



DISSENY CONCEPTUAL I DE DETALL D'UNA GAMA DE MOBILIARI AUXILIAR DE CADIRAT

Projecte Final de Grau

Autor: Guillem Fàbregues Peña

Director: Francisco Bermúdez Rodríguez

Titulació: Grau en Enginyeria Mecànica

Convocatòria: Maig de 2019

Contingut del projecte:

- Memòria
- Pressupost
- Annexes
- Plànols

Índex

1.	Introducció	5
1.1	Abstracte	5
1.2	Objectius	5
1.2	Justificació	6
2.	Estudi de mercat	6
2.1	Antecedents	6
2.1.1	Edat Contemporània: segle XIX	7
2.1.1.1	Arts & Crafts	7
2.1.1.2	Modernisme	8
2.1.1.2.1	Art Nouveau a França	9
2.1.1.2.2	Art Nouveau a Bèlgica	10
2.1.1.2.3	Jugendstil	11
2.1.1.2.4	Modern Style	12
2.1.1.2.5	Floreale	14
2.1.1.2.6	Secessió Vienesa	15
2.1.2	Edat Contemporània: segle XX	16
2.1.2.1	Bauhaus	16
2.1.2.2	Art Decó	19
2.1.2.3	Moble escandinau	21
2.1.2.4	Moble contemporani	23
2.1.2.4.1	Good design	23
2.1.3	Síntesi antecedents	25
2.2	Tendències	26
3.	Integració del disseny	36
3.1	Criteris d'avaluació	36
3.1.1	Segons antecedents	36
3.1.2	Segons tendències	36
3.2	Definició dels objectius	38
3.3	Croquis inicials	39
4.	Selecció de material	40
4.1	Selecció de material per al seient i respatllet	44
4.1.1	Contraxapat	45
4.1.1.1	Obtenció del contraxapat	46
4.1.1.2	Tipus de contraxapat	48

4.2 Selecció de material per a les potes.....	49
4.2.1 Selecció del perfil de les potes	49
5. Mètodes de fabricació.....	50
5.1 Corbat de fusta.....	50
5.1.1 Corbat de fusta mitjançant vapor	50
5.1.2 Corbat de fusta pel mètode de ranures	52
5.1.3 Corbat de fusta pel mètode de laminació	53
5.1.3.1 Evolució del mètode de laminació	53
5.2 Mecanitzat CNC.....	57
5.3 Entapissat	59
5.3.1 Materials	59
5.3.2 Procés d'entapissat	60
5.4 Corbat de perfils d'acer	62
6. Ergonomia del mobiliari	64
6.1 Antropometria.....	64
6.2 Estudi ergonòmic.....	66
6.2.1 Cadira	66
6.2.2 Butaca.....	68
6.2.2 Tamboret.....	69
7. Normativa aplicable	72
7.1 Resum normativa aplicable	72
7.1.1 Assaig de resistència estructural.....	73
7.1.2 Assaig d'estabilitat	74
8. Dimensionat d'elements de la gama de cadirat.....	75
8.1 Cadira	75
8.2 Butaca.....	76
8.3 Tamboret.....	77
8.4 Selecció i dimensionat d'elements de fixació	78
8.4.1 Selecció.....	78
8.4.2 Dimensionat	80
8.4.2.1 Càlcul a tallant.....	82
8.4.2.1 Càlcul a tracció	84
9. Modelat 3D de la gama de mobiliari	85
9.1 Cadira	86
9.2 Butaca.....	90
9.3 Tamboret.....	93

10.	Simulació de la gama de mobiliari	96
10.1	Estudi estàtic	96
10.1.1	Potes.....	96
10.1.1.1	Cadira	97
10.1.1.2	Butaca.....	98
10.1.1.2	Tamboret.....	99
10.1.2	Respatller	100
10.1.2.1	Cadira	101
10.1.2.2	Butaca.....	103
10.1.2.3	Tamboret.....	104
10.1.3	Seient.....	105
10.1.3.1	Cadira	106
10.1.3.2	Butaca.....	107
10.1.3.3	Tamboret.....	108
10.1.4	Reposa braços	109
10.1.4.1	Cadira	109
10.1.4.2	Butaca.....	112
10.1.4	Resum estudi estàtic	116
11.	Correccions i simulació.....	117
11.1	Potes cadira.....	117
11.2	Potes butaca.....	118
11.3	Potes tamboret	120
11.4	Respatller butaca.....	121
12.	Estudi de fatiga.....	124
12.1	Potes.....	124
13.	Estudi d'estabilitat.....	126
14.	Verificació dels resultats	129
15.	Pressupost	131
15.1	Cadira	131
15.1.1	Cost de la matèria prima	131
15.1.2	Cost elements de compra	133
15.1.3	Cost desenvolupament de la cadira	133
15.1.4	Cost de fabricació	134
15.1.5	PVP Cadira	135
15.2	Butaca.....	136
15.2.1	Cost de la matèria prima	136

15.2.2 Cost elements de compra	137
15.2.3 Cost desenvolupament de la butaca	137
15.2.4 Cost de fabricació	138
15.2.5 PVP Butaca	139
15.3 Tamboret.....	139
15.3.1 Cost de la matèria prima	139
15.3.2 Cost elements de compra	140
15.3.3 Cost desenvolupament del tamboret	140
15.3.4 Cost de fabricació.....	141
15.3.5 PVP Tamboret.....	141
16. Renderitzats	142
17. Conclusions.....	145
18. Bibliografia	146
19. Annexes	149
19.1 Normativa.....	149
15.1.1 UNE 11020-1:1992: Materials i acabat superficial.....	149
15.1.2 UNE 11020-2:1992: Resistència estructural i estabilitat.....	152
15.1.3 UNE 11010:1989: Mètodes d'assaig per a determinar la resistència estructural .	154
15.1.4 UNE 11011:1989: Mètodes d'assaig per a determinar l'estabilitat	163
19.2 Catàlegs	166
19.3 Plànols	169

1. Introducció

En els últims anys el sector del moble ha experimentat un creixement exponencial degut tant als avenços tecnològics que han permès la modelització 3D del producte a desenvolupar, com als avenços en els mètodes de fabricació i producció seriada d'aquests productes.

Aquest augment en la popularitat del sector mobiliari ha provocat l'aparició d'un gran nombre de dissenyadors especialitzats que han aportat idees i innovacions que han revolucionat el món del disseny de mobiliari, convertint-lo en un dels mercats més competitius del moment, celebrant-se fires de gran importància i repercussió a nivell mundial on s'exposen les últimes tendències en disseny, com és el cas del Saló del Moble que es celebra anualment a Milà.

1.1 Abstracte

Aquest projecte de final de grau es centra en el disseny i modelatge d'una gama de mobiliari de cadirat, mitjançant programes dedicats. D'entre les diverses fases que componen aquest treball destaquen l'estudi del mercat actual en aquest àmbit i els antecedents, la classificació del mobiliari de cadirat segons estil i la integració del disseny havent fixat prèviament els objectius. El dimensionat dels elements de la gama de mobiliari s'obtindrà mitjançant la combinació de software dedicat de simulació així mateix com els càlculs pertanyents on sigui necessari.

1.2 Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és el de dissenyar una **gama de mobiliari de cadirat** que compleixi els següents requisits:

- Disseny atractiu d'acord amb les tendències del mercat
- Compliment de la normativa UNE establerta
- Complementació entre ergonomia i disseny

Així mateix, d'aquest objectiu principal en deriven d'altres que també es tindran en compte a l'hora de plantejar el disseny del mobiliari. Entre ells els que més impacte causaran sobre el producte final són els següents:

- Garantir un disseny sostenible
- Obtenir un mateix estil de disseny reconeixible entre els productes de la gama
- Utilitzar mètodes de producció respectuosos amb el medi ambient
- Produir a un preu competent dins del mercat

1.2 Justificació

El tema d'aquest projecte ha estat seleccionat com a conseqüència de les pràctiques d'empresa que porto realitzant des del passat 14 de març de 2018 a l'empresa ITdC (Indústria Tecnològica del Corbat) situada a Sabadell.

ITdC és una empresa que es dedica a la fabricació de tauler contraxapat de fusta corbada i a la seva posterior mecanització. Treballa conjuntament amb un gran nombre de dissenyadors de reputació internacional per a tal de dur a terme una gran varietat de projectes, principalment relacionats amb mobiliari de cadirat.

El meu interès pel món del disseny de cadirat i per les tècniques de fabricació utilitzades es va fer present al començar a treballar amb els models 3D enviats directament pels dissenyadors. Des de dissenys simples i elegants fins a cadires i butaques que necessiten múltiples fases de muntatge van captar la meua atenció immediatament. Així mateix també em van fascinar la gran varietat de fustes emprades per aconseguir diversos acabats, la tècnica del contraxapat i, per sobre de tot, el món del corbat de fusta com a mètode de fabricació d'aquests dissenys i de la gran varietat de formes que permet produir.

2. Estudi de mercat

Per tal de començar a entrar en matèria és imprescindible analitzar la situació actual del mercat en quant a les tendències en disseny de mobiliari. Així mateix també és rellevant estudiar els antecedents lligats a aquestes noves tendències per a entendre millor d'on sorgeixen les últimes innovacions. Per aquest motiu, més endavant en aquest punt es prendran com a exemple uns quants dels dissenyadors de mobiliari més rellevants del moment i s'analitzarà l'estil de la seva gama de productes procurant relacionar-la amb els estils analitzats als antecedents.

2.1 Antecedents

Amb l'objectiu d'obtenir una millor comprensió a posteriori de l'estil que predomina en els nous dissenys avantguardistes, a continuació s'exposen les principals corrents artístiques sorgides a partir de l'Edat contemporània, classificades genèricament en dos etapes, així com els seus impulsors més importants i la repercussió que han tingut en el disseny del mobiliari.

2.1.1 Edat Contemporània: segle XIX

A principis del segle XIX encara es podien apreciar influències de l'anterior època en el disseny de mobles, caracteritzades principalment per un estil aburgestat on els mobles encara eren en la seva major part macissos i els materials predominants eren les fustes de pi i caoba. Les tècniques decoratives més populars consistien en la marqueteria i l'aplicació de bronze i llautó amb relleus encunyats.

Durant aquesta època, coincidint amb l'aparició de l'estil victorià a Anglaterra, es produeix una proliferació del moble decoratiu molt important com a conseqüència directa del naixement de la mecanització, impulsada per la industrialització. Les tècniques constructives que es venien desenvolupant des de el segle XVIII s'industrialitzen, sorgint d'aquesta manera la fabricació en sèrie de models assequibles per les classes mitja i baixa. D'aquesta manera es culmina la reestructuració social que s'havia iniciat amb el naixement de l'era industrial, la màquina substitueix a l'artesà en un gran nombre de tasques i el moble entra en una fase de producció en cadena.

Aquest panorama social és el que propicià l'aparició del moviment intel·lectual i artístic que s'esmenta a continuació, així com els que el precedeixen.

2.1.1.1 Arts & Crafts

El moviment *Arts and Crafts* sorgí de la mà de William Morris a mitjans del segle XIX a Anglaterra, amb la intenció de recuperar el mètode clàssic i artesanal de fer de l'edat mitjana, fugint d'aquesta manera de la revolució industrial.

Les característiques principals que defineixen aquest moviment són les següents:

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none">- Tornar a la manera de fer artesanal- Nega la industrialització- Pensament i mètodes de producció medievals- Pensar en l'usuari- Treballs costosos- Simplicitat, honestat
Característiques en els mobles	<ul style="list-style-type: none">- Estructures més lleugeres- Més simples- Línies serpentejants i asimètriques- Laques costoses- Pigments cromàtics
Altres representats del moviment	<ul style="list-style-type: none">- Charles Robert Ashbee- John Ruskin- Walter Crane- Philip Webb

Aquest moviment va revaloritzar els oficis medievals en plena època victoriana i reivindicà el ser humà per sobre de la màquina (utilitzant la tecnologia industrial al servei de l'home), potenciant la creativitat i l'art enfront la producció en sèrie.

D'aquesta manera els integrants del moviment *Arts & Crafts* produïren peces de mobiliari clàssic i històric seguint les tècniques tradicionals alhora que simplificaven el procés.



Il·lustració 1: Cadira Thonet no.14, dissenyada per Michael Thonet, 1859

Malgrat la producció de models d'una gran bellesa i excel·lent artesanía, la societat del moment no volia renunciar als beneficis econòmics que resultava de la producció en sèrie a canvi dels ideals del moviment. No obstant, és rellevant ressaltar la influència que Morris tingué sobre els cànons a seguir pels moviments artístics que el van precedir, servint d'inspiració a l'*Art Nouveau*.

2.1.1.2 Modernisme

El modernisme és el terme usat per a definir al nou moviment artístic sorgit a finals del segle XIX, i que es projecta fins les primeres dècades del segle XX. Aquest moviment va ser el primer que es va estendre a nivell internacional, rebent diverses denominacions segons el país:

- Bèlgica, França i Argentina: *Art Nouveau* (art nou)
- Espanya: *Modernisme*
- Alemanya: *Jugendstil*
- Àustria: *Sezession*
- Anglaterra i E.E.U.U: *Modern Style*
- Itàlia: *Liberty / Floreale*

Totes aquestes denominacions fan referència a la intenció de crear un art nou, jove, lliure i modern que representa la ruptura amb els estils que predominaven a l'època.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"> - Pont entre lo victorià i lo modern - Primer estil internacional - Decoració + Estructura + Funció - No acadèmic - Inspiració en la naturalesa - Estilització dels motius - Figura humana femenina - Sensualitat i complaença dels sentits - Acaba amb l'eclecticisme/historicisme
Característiques en els mobles	<ul style="list-style-type: none"> - Ampul·lós, luxós - Ús d'elements d'origen natural, amb preferència en els vegetals - Incorpora novetats de la revolució industrial, com el ferro i el cristall - Ús de la línia corba i la asimetria - Motius de tipus exòtic, tant de pura fantasia com inspiració en altres cultures

2.1.1.2.1 Art Nouveau a França

L'*Art Nouveau* és el primer moviment que es desprèn de la imitació dels estils clàssics (Renaixement, Barroc, Rococó, Neoclassicisme...) en busca de la simbiosis entre lo urbà i lo modern.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"> - Asimetria - Decoratiu - Formes estilitzades (plantes i flors) - Il·lusió espacial - Femení - Sensualitat i complaença dels sentits
Representants	<ul style="list-style-type: none"> - Jules Chéret (Arts gràfiques) - Hector Guimard (Arquitectura i mobiliari) - René Lalique (vidre)



Il·lustració 2: Entrada del Castell Béranger de H.Guimard, 1890



Il·lustració 3: Cadira dissenyada per H.Guimard, 1908

2.1.1.2.2 Art Nouveau a Bèlgica

Pel que fa referència al mobiliari, els principals exponents de l'*Art Nouveau* foren els arquitectes belgues Henri van de Velde i Victor Horta, encarregats de moblar els interiors dels seus edificis per a completar les formes sinuoses de les seves creacions arquitectòniques.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"> - Ornaments funcionals - Combinació polimètrica - Unió entre arquitectura i decoració - Ús de ferro i cristall - Fragilitat – traços naturals
Representants	<ul style="list-style-type: none"> - Georges Lemmen - Victor Horta - Henry van de Velde - Henri Privat-Livemont

Sobretot en els mobles de Van de Velde s'adverteixen les principals característiques de l'*Art Nouveau*, de línies senzilles i l'absència de talles, predominant sobretot una ornamentació d'influència vegetal.



Il·lustració 4: Cadira dissenyada per Van de Velde, 1895



Il·lustració 5: Escriptori dissenyat per Van Velde, 1899

2.1.1.2.3 Jugendstil

El moviment modernista nasqué a Alemanya quan Georg Hirth fundà l'any 1896 la revista d'art *Die Jugend*, que acabaria donant nom a la corrent artística de *Jugendstil* (estil jove). Malgrat que als inicis aquest moviment s'aplicava majoritàriament a arts gràfiques en dues dimensions, més endavant van sorgir també elements que contenien característiques del *Jugendstil* dins el món de l'arquitectura, l'escultura i també en mobiliari.



Il·lustració 6: Cadira dissenyada per Richard Riemerschmid, 1898

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"> - Més funcionalitat - Més mesurat, proporcionat - Verticalitat - Mobles curvilinis i simples - Façanes corbes sense motlures
Representants	<ul style="list-style-type: none"> - Peter Behrens - Otto Eckman - August Endell - Richard Riemerschmid

2.1.1.2.4 Modern Style

Pel que fa al *Modern Style* (estil modern), va tenir una major repercussió en l'arquitectura i el disseny del mobiliari a Gran Bretanya, essent Glasgow el nucli més important, amb les creacions de Charles Rennie Mackintosh i la Glasgow School, obres inspirades en l'Art Nouveau francès, l'art japonès, el simbolisme i el renaixement gòtic. És important destacar que els dissenys de Mackintosh van influir especialment en l'estil de secessió a Viena.

Característiques generals <i>Modern Style</i> a Anglaterra	<ul style="list-style-type: none">- Més disseny gràfic i il·lustració- Serveix al comerç- Gràfica línia sinuosa- Menys sensualitat i moviment- Estalvi de colors- Geometria, simplicitat i bona composició
Representants Anglesos	<ul style="list-style-type: none">- A.Beardsley- W.Crane- C.Ricketts- A.Mackmurdo
Característiques generals <i>Modern Style</i> a E.E.U.U	<ul style="list-style-type: none">- Tècnica gràfica fresca- Comercial- Creativitat impressió- Unitat entre tipografia i imatge- Més síntesi formal- Més oxigenació
Representants Estatunidencs	<ul style="list-style-type: none">- L.Rhead- W.H.Bradley- F.Robinson- E.Reed
Característiques generals <i>Modern Style</i> a Escòcia	<ul style="list-style-type: none">- Geometrització- Simetria- Ús tipogràfic: segueix a la forma- Verticalitat ascendent- Estructures rectilínies- Alteració de tipologies
Representants Escocesos	<ul style="list-style-type: none">- C.Mackintosh- H.McNair- M.Macdonald- F.Macdonald



Il·lustració 7: Cadira dissenyada per Mackmurdo, 1882



Il·lustració 8: Cadira dissenyada per Mackmurdo, 1886



Il·lustració 9: Cadira Hill House de Mackintosh, 1903



Il·lustració 10: Cadira Argyle de Mackintosh, 1897

2.1.1.2.5 Floreale

La figura més important del disseny italià de mobiliari modernista va ser Carlo Bugatti, fill d'arquitecte i escultor i germà del famós dissenyador d'automòbils. La seva obra es distingeix per l'exotisme i l'excentricitat, incloent plataformes, tèxtils, ceràmiques i instruments musicals, destacant sobretot pels seus innovadors dissenys de mobiliari, mostrats primer en la Fira de Belles Arts de 1888 a Milà. Els seus mobles sovint tenien un disseny que ressembla al d'un pany de porta clàssic, i tenien revestiments inusuals, incloent pergamí i seda i incrustacions d'os i marfil. Així mateix també es poden apreciar als seus dissenys formes orgàniques inspirades en cargols i cobres.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none">- Figures masculines- Escultòric- Eclèctic- Nus classicistes- Vegetal, floral, figuratiu i decoratiu
Representants	<ul style="list-style-type: none">- L.Metlicovitz- G.Mataloni- M.Dudovich- C.Bugatti- E.Quarti



Il·lustració 11: Cadira dissenyada per Bugatti, 1900



Il·lustració 12: Cadira dissenyada per Bugatti, 1902

2.1.1.2.6 Secessió Vienesa

Viena fou el centre d'una variant distinta del Modernisme, que va acabar essent coneguda com a la Secessió Vienesa. Aquest moviment donà lloc a un nou canvi en la concepció del disseny en general, propiciant d'aquesta manera el naixement d'altres estils del segle XX com el *Bauhaus* i l'*Art Decó*.

Es considera que el moviment de *Sezession* va néixer paral·lel a l'*Art Nouveau* de França, fundat l'any 1897 per un grup d'artistes que incloïa Gustav Klimt, Koloman Moser, Josef Hoffmann, Joseph Maria Olbrich, Max Kurzweil i Otto Wagner. El pintor Klimt esdevingué el president d'aquest grup, tot i que l'artista més versàtil fou Moser; el seu treball en l'estil secessionista inclou il·lustracions per revistes, arquitectura, coberteria, ceràmica, porcellana, teixits tèxtils i mobiliari d'entre altres. El seu talent el portà a decorar els interiors del palau de Stoclet de Brussel·les, juntament amb Hoffman i Klimt. És per això que l'any 1903, Moser i Hoffman van decidir fundar la *Wiener Werkstätte*, un taller d'art per dissenyadors tant de mobles com de tèxtils i objectes decoratius.

És important ressaltar que junt amb Hoffman, altres arquitectes Vienesos com Josef Olbrich, Otto Wagner i Koloman Moser foren els primers que es van dedicar a dissenyar mobles per a la seva fabricació en massa. Aquesta separació entre disseny i producció en dos processos distints és el que avui en dia es considera el naixement del disseny.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none">- Geometrització subtilment natural- Formes planes- Més simplicitat / Detalls austers- Disseny modulars- Grans espais en blanc- Més abstracte- Corbes mesurades – Decorativisme
Representants	<ul style="list-style-type: none">- K.Moser- A.Roller- J.Hoffman- G.Klimt



Il·lustració 13: Cadira dissenyada per K.Moser, 1903



Il·lustració 14: Cadira No 728 "Fledermaus" dissenyada per Hoffman, 1906

2.1.2 Edat Contemporània: segle XX

2.1.2.1 Bauhaus

La Bauhaus (casa de la construcció) va ser una escola d'artesania, disseny, art i arquitectura alemanya que donà nom a aquest moviment artístic. Fundada l'any 1919 per Walter Gropius, va estar operativa fins el 1933 quan va ser tancada per les autoritats prussianes. Aquesta escola va ser creada amb la intenció de crear una obra d'art "total", en el que tot tipus d'arts, incloent l'arquitectura, serien unides. D'aquesta manera es va convertir en un centre de formació on arquitectes, artistes, artesans i tècnics col·laboraven per a realitzar un treball comú en la construcció, arts decoratives i oficis de diverses artesanies.

"Arquitectes, escultors, pintors ... hem de tornar al treball manual ... Establim, per tant, una nova confraria d'artesans, lliure d'aquesta arrogància que divideix les classes socials i que busca erigir una barrera insuperable entre els artesans i els artistes."

Walter Gropius

L'escola va existir en 3 ciutats alemanyes diferents:

- Weimar (1919 a 1925)
- Dessau (1925 a 1932)
- Berlín (1932 a 1933)

Vincle entre disseny funcional i reduït i les necessitats de l'home en una època dominada preindústria i tecnologia

Primera etapa del <i>Bauhaus</i> WEIMAR 1919 - 1923 Fase expressionista	Fundador i director: Walter Gropius
	Objectius: - nova síntesis estètica - assolir una síntesi social - recuperació dels mètodes artesans en l'activitat constructiva - comercialitzar els productes de manera que siguin assequibles pel gran públic
	Membres rellevants: - Johannes Itten - Oskar Schlemmer - Paul Klee - Vasili Kandinsky
Segona etapa del <i>Bauhaus</i> DESSAU 1925 - 1932 Fase constructivista i funcionalista	Director: W.Gropius (1925 - 1928) H.Meyer (1928 - 1930) L.van der Rohe (1930 - 1932)
	Canvis respecte la primera etapa: - Política realista cap al disseny (Meyer) - Rebuig de l'estètica i destaca la tecnologia i els materials (Meyer) - Disciplina, qualitat i perfecció (Rohe)
	Membres rellevants: - M.Breuer (taller de mobiliari) - H.Bayer - J.Albers
Tercera etapa del <i>Bauhaus</i> BERLÍN 1932 – 1933 Fase esteticista	Director: L.van der Rohe (1932 – 1933)
	Canvis respecte la segona etapa: La facultat vota a favor de la dissolució del Bauhaus



Il·lustració 15: Cadira "Wassily" dissenyada per M.Breuer, 1925



Il·lustració 16: Butaca "Barcelona" dissenyada per Mies Van der Rohe, 1929



Il·lustració 17: Cadira B33 dissenyada per M.Breuer, 1927

2.1.2.2 Art Decó

L'*Art Decó* és un moviment d'arts visuals, arquitectura i disseny que va aparèixer per primer cop a França durant la primera dècada del segle XX, i s'estengué fins l'inici de la segona guerra mundial, l'any 1939. Aquest estil combinava l'estil modernista amb artesania d'alta qualitat i materials de gran valor, de manera que representava el luxe, glamur i exuberància d'una societat en evolució econòmica i tecnològica.

Les influències d'aquest estil es podien apreciar a edificis, mobles, joies, cotxes, pel·lícules, teatres i fins i tot objectes del dia a dia com ràdios i aspiradores.

Pel que fa a l'influència que l'*Art Decó* tingué en el moble és interessant esmentar que aquest estil va aparèixer en el disseny de mobles com a una necessitat de fer competència a la creixent popularitat dels productors de mobles alemanys, que seguint la corrent modernista havien estat dominant el mercat. D'aquesta manera l'estil en el moble francès va prendre característiques inspirades pel cubisme (geometries més anguloses) i colors més vius inspirades pel Fauvisme.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none">- Estil evasionista- Extravagant i exotista- Glamurós i sofisticat- Dirigit a un públic específic- Forta geometrització- Colors ataronjats i vermellorsos, colors purs- Gran simplificació- Ombres geomètriques- Gegantisme de la imatge- Aplicació de recursos del cine- Ampul·lós- Dona com a centre
Representants	<ul style="list-style-type: none">- A.M Cassandre- S.Neudamm- P.Jeanneret i C.Perriand (pseudònim <i>Le Corbusier</i>)- R.Herbst- E.Gray



Il·lustració 18: Cadira Bibendum Club dissenyada per E.Gray, 1929



Il·lustració 19: Cadira dissenyada per R.Herbst, 1931



Il·lustració 20: Butaca Cassina LC4 dissenyada per Le Corbusier, 1928



Il·lustració 21: Cadira Cassina LC2 dissenyada per Le Corbusier, 1928

2.1.2.3 Moble escandinau

El moble escandinau o nòrdic (Suècia, Dinamarca, Finlàndia) va prendre especial rellevància durant la tercera dècada del segle XX degut, principalment, a la Fira Mundial de Nova York celebrada l'any 1939. En aquesta fira va haver-hi una petita exposició de mobles de procedència finlandesa, caracteritzats per estar fets de làmines de fusta contraxapades amb seccions gruixudes i resistents. La gran majoria d'aquests mobles solien ser continus; el seient, el respall i fins i tot el reposa braços arribaven a estar formats per una sola peça.

El seu representant més rellevant fou el dissenyador finlandès Alvar Aalto, qui havia estudiat en profunditat les idees constructives del *Bauhaus* amb la diferència que va substituir l'ús d'estructures d'acer per estructures de fusta bedoll i àlber, típiques del seu país.

De Dinamarca també sorgí un gran exponent del moble escandinau, el dissenyador Arne Jacobsen qui, al igual que Aalto, va crear mobles de fusta laminada. Aquests mobles però es caracteritzaven per unes proporcions excel·lents i una gran facilitat de producció seriada. En els seus dissenys simples i senzills es pot observar com Jacobsen reflexa la tradició escandinava de l'ús i la manipulació de la fusta en el mobiliari, donat que era i és un dels productes nacionals més importants.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none">- Funcionalitat- Materials locals- Elegància- Disseny accessible i continu- Formes orgàniques: aletejades, sinuoses, arrodonides- Orgànic i racional- Tradició artesanal- Reducció de l'ús de material i color
Representants	<p>Finlàndia</p> <ul style="list-style-type: none">- A.Aalto- A.Nurmesniemi- I.Tapiovaara- T.Wirkkala <p>Dinamarca</p> <ul style="list-style-type: none">- A.Jacobsen- K.Fisker- S.Sass- A.Bjorn <p>Suècia</p> <ul style="list-style-type: none">- E.Gunnar Asplund- G.Nylund- IKEA



Il·lustració 22: Cadira "Paimio" manufacturada per Artek i dissenyada per A.Aalto, 1931



Il·lustració 23: Butaca Ou model nº 3316 manufacturada per Fritz Hansen i dissenyada per A.Jacobsen, 1958



Il·lustració 24: Cadira "Ant" manufacturada per Fritz Hansen i dissenyada per A.Jacobsen, 1955



Il·lustració 25: Balanci "Rocking Chair" dissenyat per I.Tapiovaara, dècada de 1950



Il·lustració 26: Butaca "Easy Chair" dissenyada per I.E.Gunnar, 1926

2.1.2.4 Moble contemporani

S'entén per a moble contemporani tot estil de moble que sorgí a partir de la fi de la segona guerra mundial. La primera aparició del moble contemporani es produí a Estats Units, ja que la devastació que la guerra havia produït a Europa havia comportat l'exili d'artistes, arquitectes i dissenyadors.

2.1.2.4.1 Good design

Nascut a Estats Units durant la guerra aquest moviment es caracteritza pel contrast de dos pensaments diferents, per una banda un pensament comercial i pragmàtic típic d'EUA, i per l'altre un pensament metòdic i racional d'estil alemany.

Durant aquest període es quant l'ús del plàstic en mobiliari explota gràcies a la seva viabilitat econòmica i a la possibilitat de fer formes complexes. Així mateix l'ús de materials com la fusta laminada i impregnada, els metalls i el cuir, goma i cautxú també pateixen un creixement molt important.

Paral·lelament es desenvolupen unes taules ergonòmiques i estudis antropomòrfics que serviren en gran mesura per millorar la comoditat de les cadires i butaques produïdes.

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none">- Principis metodològics racionals- Funcionalitat- Qualitat i honestat formal- Comoditat i eficiència- Color i brillo- Formes orgàniques: aletejades, sinuoses i arrodonides- Eliminació dels angles- Ordre, simplicitat- Independent gust popular- Disseny com peça escultòrica
Representants	<ul style="list-style-type: none">- Charles i Ray Eames- E.Saarinen- H.Bertoia- E.Tupper



Il·lustració 27: Cadira "Molded Plywood" dissenyada per Charles i Ray Eames, 1942



Il·lustració 28: Cadira "Dax" dissenyada per Charles i Ray Eames, 1948



Il·lustració 29: Cadira "Diamond" dissenyada per H.Bertoia, 1953



Il·lustració 30: Cadira nº150 "Tulip" dissenyada per E.Saarenen, 1955



Il·lustració 31: Butaca nº 670 i otomà nº 671 manufacturat per Herman Miller i dissenyat per Charles i Ray Eames, 1956

2.1.3 Síntesi antecedents

Per a facilitar la tasca posterior d'integració de disseny, a continuació es farà una preselecció de les característiques de les corrents artístiques vistes als antecedents que més interès m'han generat, de manera que d'una manera o un altre acabin repercutint en el disseny de la gama de mobiliari.

Corrent artística		Característiques d'interès
Arts and Crafts		Tècnica del corbat de fusta com a mètode de fabricació
Modernisme	Art Nouveau	<ul style="list-style-type: none"> Decoració + Estructura + Funció Ornaments funcionals Traços naturals
	Jugendstil	<ul style="list-style-type: none"> Major funcionalitat Mobles curvilinis i simples
	Modern Style	<ul style="list-style-type: none"> Comercial Geometrització Simetria
	Secessió Vienesa	<ul style="list-style-type: none"> Grans espais en blanc Simplicitat Corbes mesurades
Bauhaus		Comercialització del producte per a fer-lo accessible al gran públic
Moble escandinau		<ul style="list-style-type: none"> Elegància Funcionalitat Formes orgàniques: aletejades, arrodonides... Reducció de l'ús de material
Good design		<ul style="list-style-type: none"> Funcionalitat Comoditat i eficiència Formes orgàniques: aletejades, arrodonides... Eliminació dels angles

2.2 Tendències

Un cop fet l'estudi previ d'antecedents en el disseny de mobiliari, el següent pas és el d'analitzar les tendències de disseny en el mercat actual, per tal de a posteriori poder desenvolupar un producte competitiu dins aquest mercat.

És per aquest motiu que a continuació s'examinaran els productes més destacables (una cadira i una butaca) dins la gama de productes de mobiliari de cinc dissenyadors de gran rellevància del moment, tant a nivell nacional com internacional.

1. Alberto Liévore

Dissenyador argentí graduat en disseny industrial per la universitat de Buenos Aires, destaquen els seus dissenys minimalistes i senzills que aspiren a una certa forma d'atemporalitat.

Guanyador del premi Nacional de disseny l'any 1999, actualment és un dels tres membres de l'estudi de disseny Liévore Altherr Molina, dedicat al disseny de producte, a la consultoria i a la direcció d'art de distintes empreses.

Entre els seus dissenys més coneguts destaquen la butaca "Manolete" i la cadira de braços "Rothko". Malgrat no ser els seus models més nous, segueixen essent els més venuts arreu del món, és per això que són aquests dos models els que es prendran com a objecte d'estudi dins la seva gama de productes.

Nom del producte
Butaca "Manolete"
Descripció
Símbol dels anys vuitanta i homenatge a les arrels culturals del seu creador, Manolete és una de les butaques més premiades i reconegudes en el món del disseny. La seva forma austera i imponent, el seu petit braç i el seu suport, a més de les quatre potes de fusta, li confereixen un aspecte escultural. És el perfecte complement estètic que atorga presència a l'espai en què es trobi.
Materials
Estructura de fusta recoberta amb escuma de poliuretà de densitat variable i dacron. Potes de fusta en diversos acabats.
Característiques destacables
<ul style="list-style-type: none">- Respatller de verticalitat ascendent que recorda a dissenys de C.Mackintosh (Modernisme a Escòcia).- Un sol reposa braços de reduïdes dimensions

Nom del producte

Cadira de braços "Rothko"

Descripció

La versió en fusta corbada de la cadira Rothko d'Alberto Liévore va néixer a Barcelona l'any 1993. Va ser projectada per al bar del mateix nom i concebuda des del principi per a instal·lacions. Afortunadament per al dissenyador la «fusta sintètica» (fibres vegetals reciclades i polímers) va permetre el 1994 introduir un sistema d'emmotllament i reduir el cost un 50%. Sense aquest descobriment, avui aquesta cadira estaria reservada al coneixement d'uns pocs, que la podrien contemplar, sense seure, en la col·lecció d'algun museu.

Materials

Fusta de faig contraxapada

Característiques destacables

- En la forma es fa evident la síntesis entre les referències a les cadires de Thonet dels bars de Viena i la inspiració en el model "Low Side Chair" de Charles Eames.
- Les línies de transició entre les potes, zones de seient i respalller són cuidades, subtils i elegants.
- Elements formen una unitat clara i senzilla



*Il·lustració 32: Butaca "Manolete"
dissenyada per A.Liévore, 1988*



*Il·lustració 33: Cadira de braços "Rothko"
dissenyada per A.Liévore, 1993*

2. Färg & Blanche

Färg & Blanche és un estudi de disseny fundat pel dissenyador suec Fredrik Färg i la dissenyadora Emma Marga Blanche. El seu estudi és situat a Estocolm, on els dissenyadors treballen en diverses disciplines. Färg & Blanche llança les seves pròpies col·leccions de disseny, produeix edicions d'art limitades i col·labora amb marques de mobiliari establertes. Coneguts per obres que trenquen la divisió entre el luxe, l'artesania tradicional i l'estil nòrdic contemporani.

Una de les característiques que més destaquen en les seves obres de mobiliari es troba en la seva nova col·lecció, "Wood Tailoring", on combinen l'ús de màquines de cosir amb materials durs com la fusta per a crear productes totalment innovadors.

Nom del producte
Butaca "Couture"
Descripció
La butaca Couture és una fusió de tècniques artesanals i industrials. Els punts de sutura representen un mapa topogràfic resultant en un patró orgànic que simula el creixement de la fusta. L'ús de colors de gradient per a la fusta, amplifica l'efecte de les capes utilitzades i augmenta la sensació d'unificar materials durs. El resultat és una butaca amb una forta personalitat que conté la màxima evidència de processos artesanals.
Materials
Seient i respall entapissats amb un nucli de fusta. Coberta de fusta contraxapada cosida amb bedoll o noguera (a escollir)
Característiques destacables
<ul style="list-style-type: none">- Tècnica Wood Tailoring™ innovadora- Pren inspiració en la naturalesa, representant un fenomen natural

Nom del producte

Cadira "Emma"

Descripció

Es tracta d'una cadira cosida a mà i d'elevada artesanía que pren com a base un model que ja existia i el remodela per a obtenir un producte atractiu on s'obté la impressió d'una cadira "vestida". La costura aquí implica tant la forma com la funció, elevant l'aspecte clàssic a un nivell superior. Tant les costures com les cames estocades accentuen aquest sentiment de "ben vestit".

Materials

Estructura de fusta de faig contraxapada i potes de faig o plàstic depenent de l'acabat. Entapissat de tela o cuir

Característiques destacables

- Renovació d'un producte ja existent
- Efecte "ben vestit"



Il·lustració 34: Butaca "Couture" dissenyada per Färg & Blanche, 2016



Il·lustració 35: Cadira "Emma" dissenyada per Färg & Blanche, 2013

3. Patricia Urquiola

Patricia Urquiola va néixer a Oviedo, Espanya i va estudiar arquitectura a Madrid abans de graduar-se en el Politècnic de Milà l'any 1989. Des de el principi del seu recorregut professional, Urquiola ha estat assessorada per alguns dels mestres del disseny industrial italià; Achille Castiglioni supervisà la seva tesi de postgrau , i amb Vico Magistretti va dissenyar els seus primers projectes. El 2001 obre el seu propi estudi de disseny a Milà, on resideix i dissenya per a diverses empreses de renom internacional.

De la seva gama de productes s'estudiaran les incorporacions més recents, ambdues presentades al saló de Milà d'aquest mateix any. Per una part, de la gama "Lilo extension", s'ha seleccionat la butaca alada

Nom del producte

Butaca alada "Lilo"

Descripció

La nova butaca "Lilo" (evolució de la versió anterior) preserva les referències a l'estil escandinau, la idea modernista dels anys 50 i les obres dels mestres del disseny, adaptant-les a les noves peces: una chaise longue i dos butaques. Una estètica atrevida, transformada per un robusta estructura de fusta que suporta el pes de la tapisseria, posicionada ergonòmicament perquè proporcioni el suport ideal a cada àrea del cos.

Les nova versió alada difereix de l'anterior en la meitat superior; està enriqueida amb un reposacaps de proporcions generoses i els laterals entapissats abracen a l'usuari oferint d'aquesta manera el màxim confort i intimitat.

Materials

Escuma de poliuretà injectada en marc d'acer. L'estructura és de freixe envernissada.

Característiques destacables

- Mescla entre l'estil escandinau i el disseny italià
- Ales del reposacaps ofereixen sensació d'abraçada

Nom del producte

Cadira "Back-Wing"

Descripció

La cadira "Back-Wing" combina l'artesania de la fusta i la tactilitat del cuir per crear una cadira extremadament còmoda amb una forma arquitectònica. L'estructura (de roure tenyit o fusta de freixe tenyida de negre) destaca per les grans seccions de les potes i les peces creuades que destaquen la seva forma sòlida. En contrast, el seu esvelt seient entapissat en pell dona la sensació d'haver estat col·locat a sobre i es doblega com si es tractés d'un full de paper al voltant de la part posterior de l'estructura. La seva fina capa d'encoixinament i l'angle ergonòmic del respall fan que la "Back-Wing" sigui sorprenentment còmode.

Materials

Estructura de fusta de freixe solida. Respatller i seient de freixe contraxapada. Entapissat en pell.

Característiques destacables

- Alta atenció a l'ergonomia
- Seient que es "doblega"
- Potes d'ample secció dona sensació de força al producte



Il·lustració 36: Butaca alada "Lilo" dissenyada per Patricia Urquiola, 2018



Il·lustració 37: Cadira "Back-Wing" dissenyada per Patricia Urquiola, 2018

4. GamFratesi

GamFratesi és un estudi de disseny fundat l'any 2006 com a fruit de l'associació creada entre la dissenyadora danesa Stine Gam i l'arquitecte italià Enrico Fratesi. L'estudi es troba ubicat a Copenhaguen, tot i que constantment viatgen entre Itàlia i Dinamarca per al desenvolupament de nous projectes.

Varis dels dissenys desenvolupats per GamFratesi juguen amb els contorns establerts per dissenyadors com Hans J.Wegner i Arne Jacobsen, fent ús de noves proporcions, materials i construccions que desafien l'estètica del mobiliari contemporani. La cadira beetle va néixer com a fruit d'aquesta recerca del llegat dels grans mestres del disseny escandinau.

Nom del producte
Butaca "Beetle"
Descripció
La butaca "Beetle" es caracteritza pel gran nombre de referències a la font inspiradora de GamFratesi; l'insecte de quatre potes, l'escarabat. El disseny d'aquesta butaca reinterpreta els elements més característics de les seccions dels escarabats: forma, carcassa, sutures, exterior rígid i interior suau.
Materials
Estructura de les potes metàl·lica. Respatller i seient de fusta contraxapada, infusió d'escuma de poliuretà i entapissat a escollir.
Característiques destacables
<ul style="list-style-type: none">- Inspiració en elements de la naturalesa (escarabat)- Unió natural i elegant entre respatller i seient

Nom del producte

Cadira "Masculo"

Descripció

La cadira "Masculo" casa la idea de l'elegància i simplicitat danesa amb el refinament italià. El respatllet és gairebé desproporcionadament llarg, amb una forma que recorda a la del cap d'un toro i dona la sensació d'estar flotant. Aquesta sensació es raspallada per les potes primes que confereixen a la totalitat de la cadira un aire gairebé escultòric.

Materials

Estructura de les potes en acer o fusta. Respatller i seient entapissats (90% llana, 10% Nylon)

Característiques destacables

- Mescla de disseny clàssic i línies dinàmiques de disseny contemporani
- Respatller subjecte pels reposa braços, sensació de flotar



Il·lustració 38: Butaca "Beetle" dissenyada per GamFratesi, 2013



Il·lustració 39: Cadira "Masculo" dissenyada per GamFratesi, 2011

5. Jaime Hayon

L'artista i dissenyador espanyol Jaime Hayon va néixer a Madrid el 1974. Després d'estudiar disseny industrial a Madrid i París es va incorporar a Fabrica, l'acadèmia de disseny i comunicació finançada per Benetton a Itàlia, el 1997, on va dirigir el departament de disseny fins a l'any 2003. Hayon va obrir el seu propi estudi l'any 2000 i es va dedicar plenament als seus projectes personals a partir de 2003.

D'entre els seus productes de mobiliari més destacats s'hi troba la cadira "Showtime" llançada al mercat el 2006, que va ser la primera cadira dissenyada per Hayon que es produïa i comercialitzava arreu del món. En aquell moment Hayon era un dissenyador emergent, però avui en dia ja és un dels creadors més aclamats de tot el món.

Nom del producte

Cadira "Showtime Nude"

Descripció

La cadira "Showtime Nude" és la renovació de l'antic model llençat al 2006. Aquesta cadira no fa obsolet el disseny original sinó que el complementa, amb la nova addició de potes de fusta i un respatllet ergonòmicament millorat. L'aspecte es presenta gairebé nu. Les formes són lleugerament diferents però visiblement més orgàniques, desenvolupades i madurades, molt semblants a les obres del dissenyador durant els anys. La nova cadira es presenta en diferents acabats: fusta natural o tacada i un coixí senzill com a únic accessori.

Materials

Potes, seient i respatllet en contraxapat de faig amb les cares exteriors en freixe natural. Botons embellidors externs en oli pintat.

Característiques destacables

- Gran espai buit entre respatllet i seient
- Mateixa tècnica de fabricació per a tots els elements de la cadira (potes, seient i respatllet)
- Disseny simple i elegant

Nom del producte

Butaca "Ro"

Descripció

La butaca "Ro" (tranquil·litat en danès) està feta amb un gran nivell d'artesanania i amb la màxima qualitat sostenible. Combinada amb el disseny escultòric i elegant, el resultat és una cadira funcional i estètica. El disseny de la carcassa es elegant i simple, agradable tant per a la vista com pel cos. La forma pren inspiració en el cos humà, essent la meta crear una butaca fina i elegant que fomenti en l'usuari la reflexió i el confort.

Materials

Potes d'alumini polit o fusta. Carcassa d'escuma de poliuretà endurida amb reforç de fibra de vidre a les vores

Característiques destacables

- Inspiració de la carcassa en el cos humà
- Encoixinament per sobre del entapissat



Il·lustració 40: Cadira "Showtime Nude" dissenyada per Jaime Hayon, 2016



Il·lustració 41: Butaca "Ro" dissenyada per Jaime Hayon, 2013

3. Integració del disseny

Un cop fet l'anàlisi de les tendències de mercat, el següent pas passa per definir els objectius que es pretenen integrar en el disseny de la gama de mobiliari. Per a facilitar aquesta tasca es classificaran els productes estudiats en l'apartat de tendències segons una sèrie de criteris per a així definir les característiques i objectius del producte a desenvolupar.

3.1 Criteris d'avaluació

3.1.1 Segons antecedents

Partint de la síntesi d'antecedents realitzada anteriorment, a continuació se seleccionaran les característiques finals que influenciaran el disseny de la gama de mobiliari.

- Funcionalitat i elegància
- Formes orgàniques: aletejades, arrodonides...
- Simetria
- Grans espais en blanc
- Comercial
- Comoditat i eficiència

3.1.2 Segons tendències

Cadira

- Respatller/Seient: fa referència a si el respatller i el seient estan en contacte directe o separats
- Material estructura: material empleat pel respatller/seient
- Material potes: material empleat per les potes
- Acabat: entapissat o nu
- Reposa braços: fa referència a si la cadira consta de reposa braços o no

Butaca

- Material estructura: material empleat pel respatller/seient
- Material potes: material empleat per les potes
- Reposa braços: fa referència a si la cadira consta de reposa braços o no
- Estructura envoltant: fa referència a si el respatller o el seient envolten en cert grau a l'usuari.

Cadira					
Nom de la cadira	Respatller/Seient	Material estructura	Material potes	Acabat	Reposa braços
Rothko	En contacte	Fusta de faig contraxapada	Fusta de faig contraxapada	Nu	No
Emma	En contacte	Fusta de faig contraxapada	Fusta de faig massissa o plàstic	Entapissat	No
Back-Wing	Separats	Fusta de freixe contraxapada	Fusta de freixe massissa	Entapissat	No
Masculo	Separats	Acer	Acer o fusta	Entapissat	Si
Showtime Nude	En contacte	Fusta de faig contraxapada	Fusta de faig contraxapada	Nu	No

Butaca				
Nom de la butaca	Material estructura	Material potes	Reposa braços	Estructura envoltant
Manolete	Fusta de pi flandes	Fusta de faig massissa	Si	No
Couture	Respatller: peces de contraxapat de bedoll Seient: fusta massissa	-	No	Si
Lilo	Acer	Fusta de freixe	Si	Si
Beetle	Fusta contraxapada	Acer	No	No
Ro	Escuma de poliuretà endurida	Alumini polit o fusta massissa	No	Si

3.2 Definició dels objectius

Finalment, després d'haver fet un estudi exhaustiu de les tendències que avui en dia predominen en el mercat del mobiliari de cadirat, s'ha decidit que es dissenyarà una **gama de cadirat per a una sala d'estar/menjador** que constarà d'una cadira, una butaca i per acabar de completar la gama, també d'un tamboret.

Donat que no s'ha observat cap tamboret en l'estudi d'antecedents, s'extrapolaran les característiques de la cadira i la butaca per al seu disseny.

Les característiques d'aquesta gama de mobiliari es desprenen d'unir els criteris de selecció d'antecedents i els de tendències:

Característiques de disseny	Cadira	<ul style="list-style-type: none">• Respatller i seient en contacte• Acabat nu (*)• Amb reposa braços(**)• Grans espais en blanc• Formes orgàniques
	Butaca	<ul style="list-style-type: none">• Amb reposa braços• Estructura evolvent• Entapissada
	General	<ul style="list-style-type: none">• Funcionalitat i elegància• Simetria• Comercial• Comoditat i eficiència

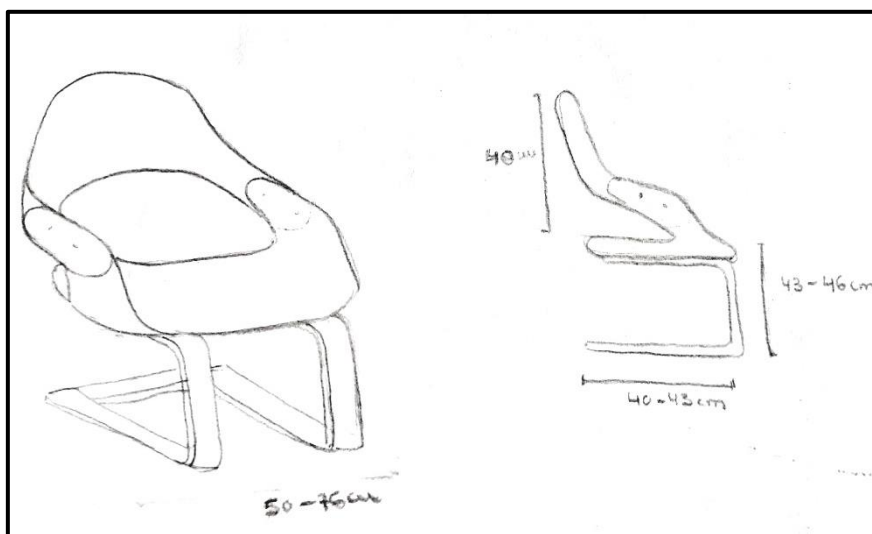
(*) En les cadires observades a tendències, tres d'elles són entapissades. Malgrat això, degut a preferència estètica la cadira es deixarà amb un acabat nu.

(**) Malgrat que segons tendències la majoria de cadires no constaven de reposa braços, donat l'ús al que està destinada la cadira es considera un requisit necessari.

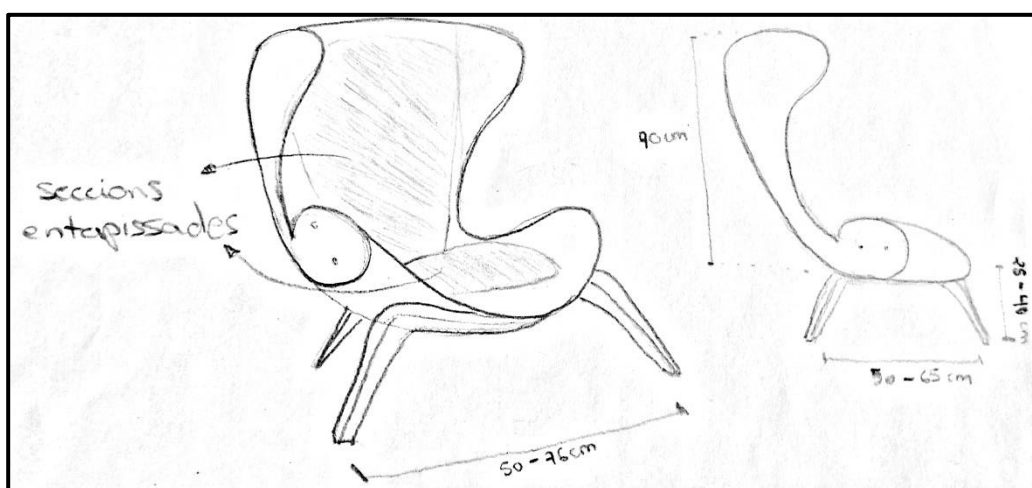
Pel que fa al material empleat tant per a l'estructura com per a les potes, el que àmpliament predomina és la fusta. Tot i això es farà una comparativa dels materials més comuns per a la fabricació de mobiliari de cadirat.

3.3 Croquis iniciais

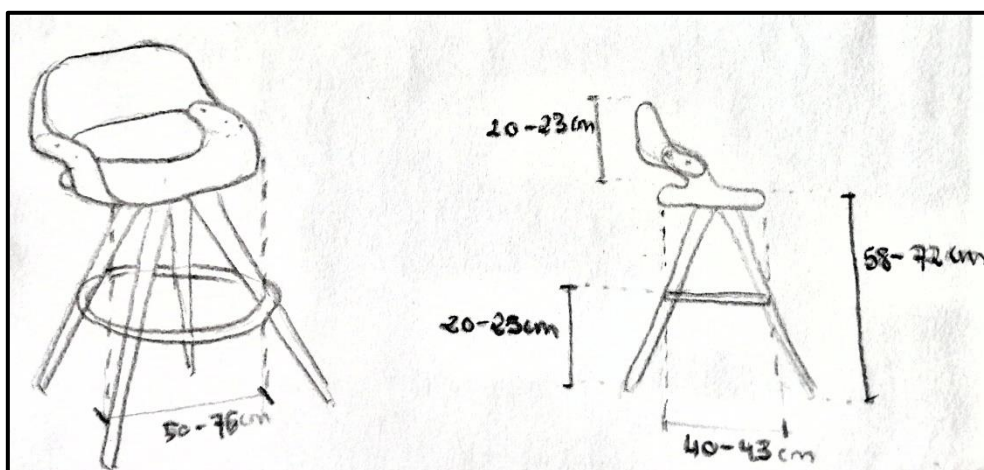
Cadeira



Butaca



Tamboret



4. Selecció de material

Els aspectes que es valoraran a l'hora de puntuar els materials són els següents:

- Cost: fa referència al preu del material.
Es puntua d'1 a 15, essent 15 el cost més econòmic i 1 el més car.
- Cost per corbar/donar forma: en aquest cas es valora el cost econòmic de conformar certa forma al material. Es té en compte principalment els utilitatges necessaris, ja que representen la inversió econòmica més significativa.
Es puntua d'1 a 20, essent 20 el material que menys inversió necessita i 1 el que més.
- Estètica: fa referència a l'aspecte visual del material.
Es puntua d'1 a 10, essent 10 el material més atractiu i 1 el que menys.
- Pes: fa referència al pes del material.
Es puntua d'1 a 5, essent 5 el material més lleuger i 1 el més pesat.
- Duresa: fa referència a la resistència que oposa el material a ser penetrat/marcat.
Es puntua d'1 a 10, essent 10 el material més dur i 1 el més tou.
- Resistència a la compressió: fa referència al màxim esforç de compressió que suporta el material, mesurat en kPa.
Es puntua d'1 a 10, essent 10 el material amb més resistència i 1 el que menys.
- Resistència a la flexió: fa referència al màxim esforç de flexió que suporta el material, mesurat en kPa.
Es puntua d'1 a 20, essent 20 el material amb major resistència i 1 el que menys.
- Resistència a esforç tallant: fa referència al màxim esforç de cisallament que suporta el material, mesurat en kPa.
Es puntua d'1 a 10, essent 10 el material amb major resistència i 1 el que menys.

Es dona major rellevància a l'esforç de flexió ja que aquest és l'esforç que predomina sobre l'estructura dels elements del mobiliari de cadirat.

Com es pot comprovar, el total de la puntuació és sobre 100. Tot seguit es presenta la taula amb la comparativa dels materials. S'han seleccionat els materials més freqüentment usats en la fabricació de cadires.

Taula comparativa de materials										
Material		Cost	Cost per conformar	Estètica	Pes	Duresa	Resistència a la compressió	Resistència a la flexió	Resistència a esforç tallant	Total (sobre 100)
Fustes	Bedoll	20 (0,53)	15	7	5 570	1 2,7 HB	5 56.300	9 147.000	13.000 2	64
	Noguera	1 (2.94)	15	10	5 650	2 3,6 HB	4 52.260	6 98.000	9.400 1	44
	Faig	10 (1.4)	15	7	5 720	2 3,8 HB	3 50.300	7 108.000	12.300 2	51
	Freixe	15 (1.03)	15	8	5 690	2 4 HB	4 51.000	7 110.800	13.200 2	58
	Roure	12 (1.16)	15	9	5 770	2 3,7 HB	4 51.300	7 104.800	13.500 2	56
Plàstics	ABS	6 (2)	1	2	4 1070	9 76 Shore D	6 65.000	5 70.500	30.000 4	37
	Policarbonat	8 (1.65)	1	3	3 1200	10 82 Shore D	7 86.000	6 90.000	52.500 5	43
	Polietilè	17 (0.74)	1	2	4 950	8 60 Shore D	1 23.000	4 60.000	22.500 3	40
	Polipropilè	16 (0.82)	1	2	4 910	7 55 Shore D	5 55.000	1 14.000	30.000 4	39
Metalls	Alumini 6061 T6	6 (2)	20	4	2 2700	4 95 HB	10 306.000	12 255.000	186.000 8	66
	Acer inox. 430	6 (2)	20	3	1 7800	6 165 HB	10 350.000	15 345.000	320.000 10	71

Justificació/Explicació dels aspectes valorats

- **Material**

En el cas de les fustes i els plàstics s'han seleccionat els tipus més comunament utilitzats en aplicacions de mobiliari, gràcies tant al seu aspecte estètic com a les propietats físiques que presenten.

Pel que fa als metalls, s'ha seleccionat l'aliatge d'alumini 6061-T6 ja que combina una alta resistència amb bona treballabilitat. Així mateix també mostra una alta resistència a la corrosió i és un material molt disponible. Les aplicacions d'aquest alumini van des de l'aeronàutica fins a usos decoratius.

Per altra banda, s'ha optat per valorar l'acer inoxidable 430 ja que es un acer de propòsit general, dúctil i amb bones característiques de formabilitat i resistència a la corrosió. El seu ús és ideal per a mobles i decoració interior, tot i que també s'usa per a materials de construcció, equips químics, funcions estructurals, etc.

- **Cost**

Per a calcular el preu de cada material, s'ha pres el valor per quilogram (relació visible entre parèntesis) . En el cas de les fustes, s'ha pres el preu per metre cúbic i tot seguit s'ha utilitzat la densitat de cada fusta per a conèixer el preu per quilogram.

- **Cost per conformar**

El cost de conformar forma és el mateix per a cada grup de material ja que usen els mateixos utilitatges. En el cas de les fustes, es necessari un motlle de premsat, i en el cas dels plàstics un motlle d'injecció, que es de l'ordre de 6 vegades més car. Pel que fa referència als metalls s'ha valorat **el preu del lloguer d'una màquina de corbat de tubs.**

- **Estètica**

En aquest cas la puntuació és totalment objectiva depenent de l'aspecte físic del material.

- **Pes**

S'han comparat les densitats de tots els materials (Kg/m^3)

- **Duresa**

Per a definir la puntuació de les dureses s'ha avaluat les fustes i els metalls sobre l'escala Brinell i els plàstics sobre l'escala Shore D. En el cas dels plàstics, s'han tingut en compte les variants d'alta densitat.

- **Resistència a la compressió/flexió/tallant**

Per la resistència a la flexió, en el cas dels metalls s'ha avaluat el límit de fluència, és a dir, l'extrem de la zona elàstica del material.

En el cas de la resistència a tallant dels plàstics s'ha seguit el criteri que aquest valor és aproximadament el 75% de la resistència a tracció ("Designing Plastics Parts for Assembly", 2014).

Conclusió taula comparativa

Els resultats de la taula anterior són una bona referència per a tenir una idea de les propietats que ofereixen els materials seleccionats a estudi. Tot i així, el fet que determinarà si s'empra un material o un altre dependrà també en gran mesura de l'ús al que estigui destinat. És a dir, s'haurà de valorar i decidir segons els criteris de la taula quin material és més òptim per a formar les potes, el respall i el seient.

4.1 Selecció de material per al seient i respall

El seient i respall són els dos components del producte que més destaquen, per tant han d'oferir un aspecte càlid i atractiu. Així mateix, el material que els conformi ha de presentar bona resistència a flexió, ja que és l'esforç més important que patiran aquests components.

Així doncs, observant la taula comparativa anterior es pot deduir que el material més adequat per a la fabricació del seient i respall és la fusta. Tots els tipus de fusta presenten propietats mecàniques molt similars, així que guiant-nos per la puntuació de la taula, la fusta que conformarà el seient i respall de la gama de mobiliari serà el **bedoll**.

Aquesta fusta, però, es pot adquirir en format de fusta massissa o bé com a tauler de contraxapat. Per a decidir la millor opció, tot seguit s'avaluaran les avantatges i inconvenients de la fusta massissa i la fusta contraxapada.

Fusta massissa	
Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none">• Més resistent a l'aigua• Longevitat• Pot ser reformada• Més resistent• Estètica	<ul style="list-style-type: none">• Dissenys limitats• Preu• Pes• Disponibilitat• No és ecològica (desforestació)

Fusta contraxapada	
Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none">• Preu• Disponibilitat i variants• Fàcilment mecanitzable• Al alternar les làmines en angle recte, l'estabilitat dimensional i la resistència es milloren molt• Resistència / Pes• Adequat per a fer superfícies en forma de taulers corbats i/o plegats, ja que els grans de la fusta contraxapada són més fàcils de corbar que els de la fusta massissa.	<ul style="list-style-type: none">• Susceptible a danys per aigua si no s'impermeabilitza• Els adhesius usats entre làmines acostumen a ser nocius• Si no s'assegura una distribució completa i uniforme de la cola, les cares es poden acabar desenganxant

En conclusió, paral·lelament a la tendència observada a fer ús de **tauler contraxapat** per a la fabricació de mobles de cadirat, ha quedat comprovat que realment aquest és el millor material per a desenvolupar aquesta funció.

4.1.1 Contraxapat

El tauler de contraxapat s'obté encolant làmines de fusta de manera que les fibres de les xapes consecutives formin un angle determinat, generalment recte, per tal d'equilibrar el tauler. El número de xapes sol ser imparell (en el cas de taulers contraxapats plans) per tal d'equilibrar el tauler per la simetria de la secció.

Això però no sempre aplica al cas de peces de contraxapat corbades, com podria ser la carcassa d'una cadira. En aquests tipus de cas l'orientació de les làmines depèn de la geometria de la peça i de l'esforç que aquesta haurà de suportar. Per exemple, per aconseguir una carcassa compensada és possible que s'hagin de disposar el doble de làmines longitudinals que de travesseres.

Els elements que defineixen un tauler contraxapat són els següents:

- Espècie o grup d'espècies de fusta usades per a les làmines
- Qualitat de les làmines empleades. Generalment només s'especifica la qualitat de la cara i de la contra cara, tot i que en algunes aplicacions es requereix especificar la qualitat de les làmines interiors

La qualitat de les làmines oscil·la des d'un grau de qualitat que va de la A fins la D, on A és la qualitat més alta amb el menor número d'imperficcions i el D el més baix, amb molts nusos i esquerdes essent acceptables en les làmines.

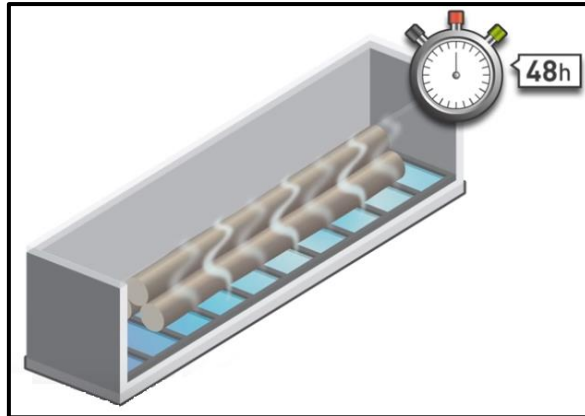
El gruix de les làmines que formen un tauler de contraxapat és variable segons l'aplicació que es desitja. En general les làmines de desenrotllament (les que s'usen per a l'interior del tauler) es distribueixen en gruixos de 10, 12 i 15 dècimes de mil·límetre, mentre les làmines pels acabats de les cares acostumen a ser de 4 i 6 dècimes.

4.1.1.1 Obtenció del contraxapat

Per obtenir un tauler de contraxapat es segueixen les següents fases:

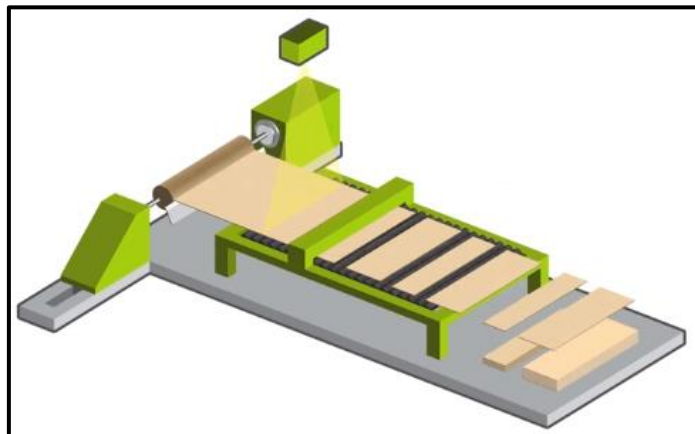
1. Condicionament de la fusta

Els troncs, constantment pulveritzats amb aigua per mantenir-ne la qualitat, són col·locats en cambres de vapor durant 48 hores per a fer la fusta flexible. Tot seguit els troncs són tallats en dimensions adequades per a ser treballat.



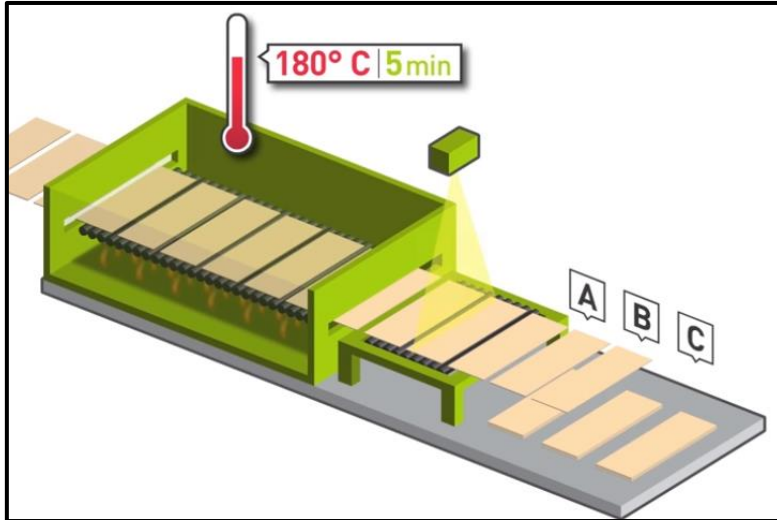
2. Producció de les làmines

El tronc es pelat en xapes fines. Les màximes dimensions d'aquestes xapes és de 2.100 x 1.300 mm. Fent ús de la tecnologia de processat electrònic d'imatges, el tall de la xapa és optimitzat en quant a dimensió i qualitat. Les parts defectuoses són automàticament retallades.



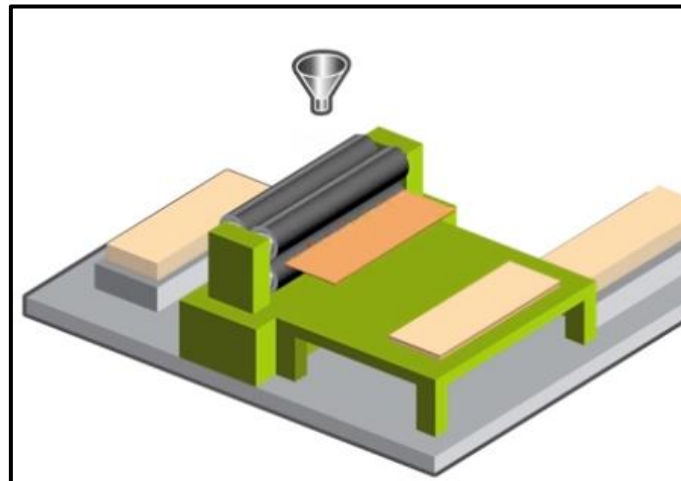
3. Assecat i classificació

Les xapes humides passen a través d'una assecadora que les sotmet a 180°C durant 5 minuts. Tot seguit, tornant a fer ús del processat electrònic d'imatges, es classifica les xapes segons la qualitat.



4. Encolat

Mitjançant l'ús de rodets impregnats en adhesiu, s'aplica cola a les dues cares de la làmina. Tot seguit les làmines encolades són posades en lo que es coneix com a "paquet", alternant làmines seques amb làmines encolades. Un cop assecada la cola es té un tauler de contraxapat.



4.1.1.2 Tipus de contraxapat

Existeixen diversos tipus de tauler contraxapat en funció de l'aplicació en la que aquest estigui destinat, cada un d'ells normalment compostat de diversos materials. Els tipus més comuns són els següents:

- Contraxapat de fusta tova: generalment fet de cedre, avet o pi és usat principalment per als àmbits industrial i de construcció.
- Contraxapat de fusta dura: fet de fusta d'arbres d'angiosperma, s'utilitza per a funcions exigents. Es caracteritza per la seva excel·lent resistència i rigidesa, així com per tenir una elevada resistència a esforços tallants i a impactes. Tot això el fa ideal per a estructures de terres i parets orientades a suportar grans cargues.
- Contraxapat de fusta tropical: fet d'una mescla de fustes tropicals, és superior al contraxapat de fusta tova degut a la seva densitat, duresa, uniformitat de les làmines i elevada qualitat. S'usa per a diverses funcions dins l'àmbit de la construcció degut principalment al seu baix cost.
- Contraxapat per ús aeronàutic: contraxapat de gran resistència normalment fet de caoba, avet i/o bedoll fent servir adhesius amb una major resistència al calor i a la humitat.
- Contraxapat decoratiu: aquest tipus de contraxapat porta normalment fusta dura a les cares exteriors, com fusta de freixe, roure, bedoll o caoba, i és usat per a fer mobles, armaris i accessoris.
- Contraxapat flexible: format a partir de capes centrals molt primes i dues peces exteriors, el contraxapat flexible és específicament dissenyat per al corbat de peces. Les làmines interiors acostumen a ser de fustes flexibles com el faig, el freixe i el bedoll principalment.
- Contraxapat per a ús marítim: el contraxapat per a ús marítim és usat per a la construcció de molls i embarcacions, i generalment és més car que el contraxapat estàndard degut als tractaments que duen les cares externes per a resistir les condicions d'elevada humitat, i perquè s'usen làmines d'elevada qualitat amb pocs defectes. Generalment les làmines són de fusta tropical.

4.2 Selecció de material per a les potes

Les potes seran la part de tota l'estructura que més directament haurà de suportar la càrrega aplicada. Depenent de la geometria final de les potes aquestes estaran sotmeses principalment a flexió o compressió.

En qualsevol cas, el valor de resistència a aquests esforços haurà de ser molt major que el que proporcionen les fustes, per tant segons els valors observats a la taula comparativa, el material més adequat per a desenvolupar aquesta funció és l'acer inoxidable **AISI – 430**.

4.2.1 Selecció del perfil de les potes

Partint de que el material empleat per a les potes serà l'acer inoxidable AISI – 430, la decisió per al perfil de les potes és purament estètica, per tant, totalment subjectiva.

Recordant l'ús al que estarà destinat la gama de mobiliari, és a dir, per a interiors (sala d'estar, menjador, etc.), les potes han d'estar en harmonia amb l'estil del respall i el seient. Així doncs, l'ús de perfils més orientats cap a la construcció (perfils T, IPE, UPE, L ,etc.) queda totalment descartat, malgrat el gran moment d'inèrcia que les seves seccions presenten.

El perfil circular també es descarta, doncs el seu ús generalitzat a cadires d'ús públic com pot ser en bars i altres instal·lacions li proporciona una estètica molt comú i poc característica.

L'opció que per estètica em convenç més és la d'usar un **perfil rectangular**, com el que es pot observar al croquis inicial de la cadira. La geometria de les potes serà predefinida en el modelat 3D, i la simulació posterior validarà si suporta les càrregues o necessita modificacions.

5. Mètodes de fabricació

En el següent apartat es farà un petit estudi dels mètodes de fabricació més comuns per a conformar fusta i perfils d'acer, seleccionant finalment el més adequat per a la fabricació dels components del mobiliari.

En el cas de la fusta es centrarà l'anàlisi en la branca del corbat de fusta, ja que és l'únic mètode de fabricació factible per a fabricar tant el respalller com el seient.

5.1 Corbat de fusta

El corbat de fusta és una tècnica que ja utilitzaven a l'antic Egipte, tot i que no va ser fins l'any 1841 quan Michael Thonet patentà aquesta tècnica, i el seu primer ús va ser precisament l'elaboració de cadires. A continuació s'esmenten els mètodes més populars per al corbat de fusta.

5.1.1 Corbat de fusta mitjançant vapor

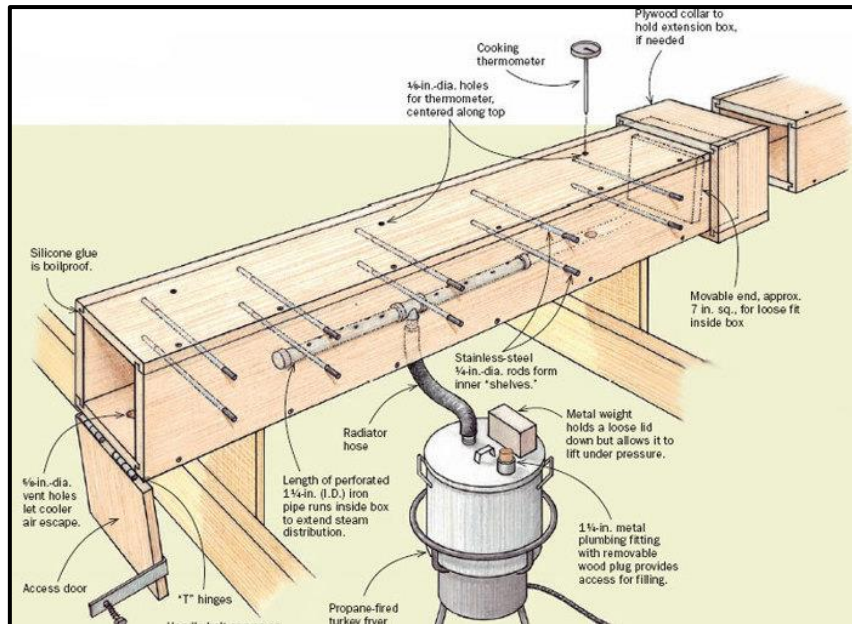
Aquest és el primer mètode de corbat de fusta que es coneix (el que va patentar Thonet). Consisteix en sotmetre làmines de fusta a la calor i humitat que produeix el vapor fent ús d'una càmera de vapor. L'efecte que produeix la humitat i l'elevada temperatura en la fusta és que es torna prou flexible com per a ser doblegada amb facilitat per a crear una forma específica. A continuació s'explica breument el procediment de corbat per vapor.

1. Preparar la cambra de vapor i escalfar la fusta

Aquesta cambra de vapor pot ser una caixa construïda per sostenir la fusta a corbar o senzillament un tub de PVC, suficientment ample com per introduir les làmines i que hi circuli lliurement el vapor.

Per a garantir que la pressió del vapor no sigui desmesuradament elevada, la cambra de vapor necessita un forat d'entrada i un de sortida.

Com a norma general, la fusta ha d'escalfar-se una hora per cada 2,5 centímetres de gruix



Il·lustració 42: Esquema d'una cambra de vapor mitjançant una caixa

2. Fabricar el motlle i col·locar la fusta escalfada

El motlle és la cavitat dotada d'una forma concreta en la que es col·loca la fusta escalfada. Un cop s'assequi la fusta, aquesta conservarà la forma del motlle.



Il·lustració 43: Motlle i làmina de fusta corbada

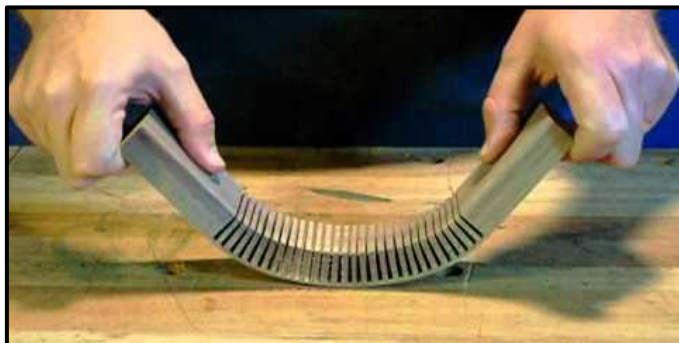
Consideracions a tenir en compte

Aquest mètode de corbat de fusta és econòmic, ecològic i requereix de poca energia per a produir peces. Tot i així té una sèrie de limitacions a tenir en compte:

- Només s'aplica en fusta massissa
- Limitacions de gruix
- La duresa de la fusta defineix el temps que ha d'estar en la cambra de vapor
- Hi ha certes fustes que són més propenses a mantenir la forma un cop corbades (roure, auró, cirerer, bedoll, freixe, faig...)

5.1.2 Corbat de fusta pel mètode de ranures

Aquesta tècnica consisteix en debilitar una zona de la tira de fusta a corbar fent talls paral·lels que redueixin el seu espessor.



Il·lustració 44: Secció de fusta preparada per a ser corbada pel mètode de ranures

És una tècnica de corbat especialment recomanable per a fustes contraxapades, ja que són més flexibles que les massisses. Malgrat no ser un mètode que obtingui peces de gran resistència, permet obtenir la formació de parts més amples o altes que les que permeten els altres mètodes.

A continuació s'explica el procediment per a corbar pel mètode de ranures.

1. Preparar la fusta

Es tallen ranures que mesurin 2/3 parts del gruix de la fusta. Aquestes ranures han d'estar ubicades dins de la curvatura que es vol formar, procurant que no siguin excessivament profundes ja que podrien arribar a trencar la fusta.

És important que al fer les ranures s'asseguri un espaiat uniforme, per assegurar que la curvatura que es vol obtenir sigui lo més uniforme possible. Així mateix també és important tenir en compte la direcció en el que es tallen les ranures; s'ha de fer en direcció contrària al gra, ja que es molt més provable que la fusta es parteixi de no fer-se així.

2. Comprimir els extrems de la fusta i fixar el corbat

Es comprimeix la fusta amb la curvatura que se li vulgui donar amb l'ajuda d'un motlle, i tot seguit es cobreix la part exterior de la fusta amb una làmina que farà la funció de fixar el corbat i també ocultarà els talls realitzats durant el procés. Si es vol ocultar del tot les ranures la solució és mesclar serradures amb cola per tal d'omplir els espais.

És important no fer servir una cola d'assecat ràpid i esperar com a mínim un dia abans d'enretirar la peça del motlle.

5.1.3 Corbat de fusta pel mètode de laminació

Aquest tipus de tècnica, sorgida a principis dels anys 30 a Itàlia, consisteix en unir làmines de fusta del mateix o diferent gruix a través d'adhesius especials, i mitjançant l'aplicació de pressió proveïda per un motlle, conformar la forma desitjada. Tot seguit s'explica el procediment a seguir per cobrar fusta amb aquest mètode.

1. Preparar les làmines a corbar

Per a preparar correctament el material s'ha d'assegurar que es talla la fusta en una vora de gra recte, no en el costat en que els grans són paral·lels a la longitud més llarga. Això facilitarà la unió entre les làmines.

2. Aplicar adhesiu a les làmines i unir-les

Les peces amb adhesiu faran que la fusta conservi la forma una vegada corbades. S'ha d'aplicar l'adhesiu a les cares que hagin de quedar a dins de la peça i assegurar-se que queda tota la superfície ben impregnada, ja que si no és així poden sorgir problemes amb la peça corbada.

És també molt important seleccionar un adhesiu adequat. En general s'apliquen adhesius d'urea-formaldehid ja que es una cola que s'adhereix amb molta força malgrat que tarda a fer-ho. D'aquesta manera els productes entren a les fibres i, a diferència dels adhesius de ràpid assecat, permeten treballar amb major temps per l'acomodació de les làmines.

3. Col·locar la fusta al motlle i esperar a que s'assequi la cola

Es fixen les làmines unides al motlle, i s'utilitzen premses o sergents per a aplicar pressió i assegurar que aquestes queden unides correctament.

Finalment un cop la cola s'ha assecat es retira la peça del motlle i es comprova que manté la forma desitjada.

5.1.3.1 Evolució del mètode de laminació

Per a aplicacions més concretes, com és el cas de la fabricació de mobiliari de cadirat mitjançant el corbat de fusta, han aparegut en els últims anys una sèrie de millores en el mètode de laminació que han fet d'aquest mètode el més adequat per a treballar amb fusta contraxapada i obtenir peces d'una resistència estructural molt elevada.

La principal millora que incorpora aquesta evolució és l'aplicació de corrent elèctrica d'alta freqüència en el procés de premsat per a assecar més ràpidament l'adhesiu i així reduir notablement el temps de producció de peces.

Tot seguit es detalla el procediment implicat en l'evolució del mètode de laminació, prenent com a exemple el corbat d'una peça a l'empresa ITdC.

1. Preparar les làmines a corbar

De la mateixa manera que per al mètode de laminació tradicional, s'han de preparar les làmines que a posteriori s'encolaran per a formar la peça final. Les làmines es seccionen en les dimensions necessàries en funció de la peça a fabricar.



Il·lustració 45: Làmines seccionades segons la peça a fabricar i preparades per a ser encollades

2. Encolar les làmines

En el cas d'aquest exemple s'usa una encoladora industrial per a agilitzar la feina. Es fa passar una làmina a través dels dos rodets de manera que ambdues cares quedin impregnades d'adhesiu, i tot seguit es col·loca una làmina sense encolar a sobre. El procés es repeteix alternant làmina encollada amb làmina seca fins a obtenir el gruix desitjat.



Il·lustració 46: Encoladora usada a l'empresa ITdC

3. Unir les làmines i col·locar-les al motlle dins la premsa

En aquest pas és en el que s'aprecia la diferència amb respecte al mètode de laminació clàssic. La premsa que atorgarà la forma definitiva a les làmines consta d'una xapa d'alumini d'1,5 mil·límetres d'espessor tant al mascle com a la femella del motlle (pol positiu i pol negatiu), tal i com s'observa a la següent imatge:



Il·lustració 47: Encoladora usada a l'empresa ITdC

Mentre es produeix el procés de premsat, entre les làmines d'alumini s'hi fa circular corrent elèctrica d'alta freqüència durant un temps determinat. El que el pas d'aquesta corrent fa és, des del nucli de la peça, assecar l'adhesiu. En definitiva es pot entendre el generador d'alta freqüència com un microones a gran escala.

Les condicions de premsat en el cas d'una peça estàndard de 12 mm d'espessor són les següents:

- **Adhesiu usat:** Urea formol
- **Intensitat de la corrent que es fa circular:** 6000 volts
- **Rang de pressions de la premsa:** 70 – 100 tones/cm²
- **Temps de cocció(*):** 3 minuts i mig
- **Temps de repòs(**):** 6 minuts

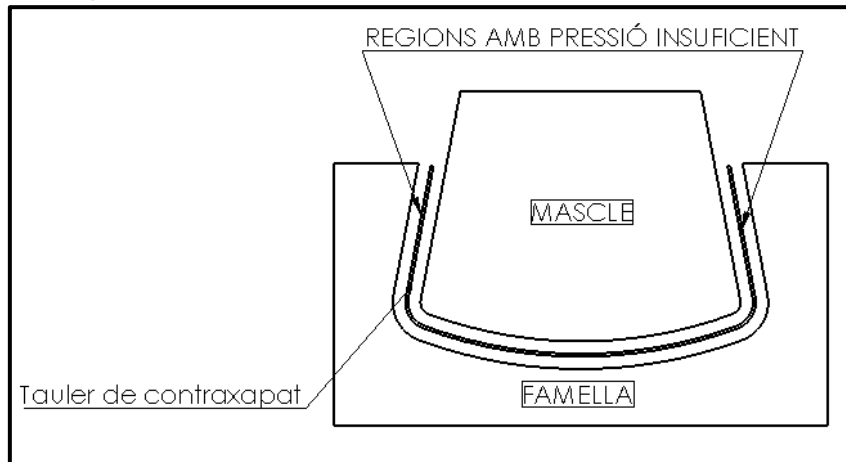
(*) s'entén per temps de cocció el temps que es sotmet la peça a l'alta freqüència

(**) el temps de repòs és el temps que es deixa refredar la peça al sortir de la premsa

Així doncs aquest és el mètode i procés que es seguirà per a fabricar tant el respatllet com el seient. S'han de tenir en compte una sèrie de consideracions de disseny al usar aquest mètode.

Consideracions de disseny orientades a fabricació

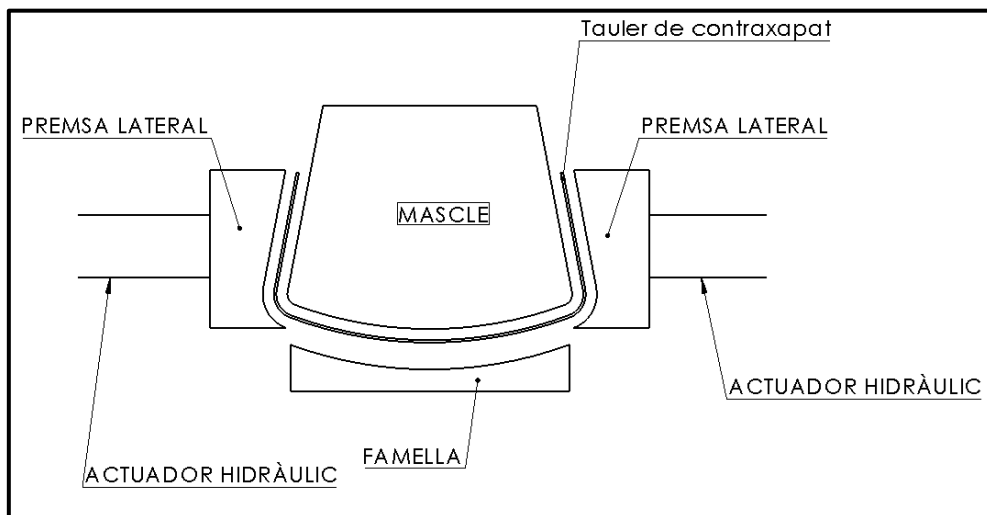
- La geometria a premsar no pot “tancar”. En el següent esquema s’entén millor aquest concepte:



Il·lustració 48

Si la peça de contraxapat té una zona en la que es tanca, és a dir, forma un angle menor de 90° amb l'horitzontal, obligarà a la femella del motlle de premsa a tancar també. Això implicarà que el mascle no pugui premsar el tauler uniformement al llarg de la geometria, resultant en regions on no s'aconsegueixi la pressió adequada i el tauler quedi parcialment desenganxat.

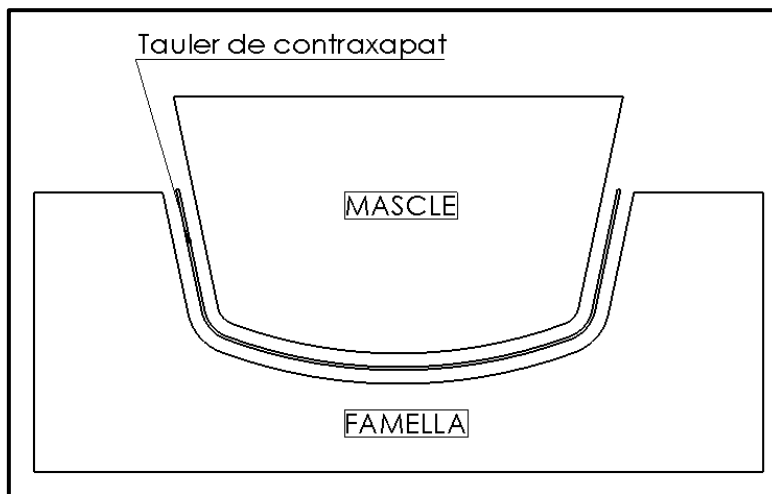
En els casos en que es té una geometria d'aquestes característiques la solució és la següent:



Il·lustració 49

Es requeriria de dos premses laterals que assegurassin un premsat uniforme, a més del mascle i la femella convencionals. L'ús d'aquest tipus de premses encareix substancialment el cost de producció.

Així doncs la solució per a aquest problema és el de fer una geometria on cap part formi un angle menor de 90°, d'aquesta manera es pot fer ús d'una sola premsa per a conformar el component.



Il·lustració 50

- Deixar un marge de material de, com a mínim, 50 mil·límetres en totes direccions del tauler. Aquest excedent de material es deixa per tenir marge a l'hora del mecanitzat de la geometria definitiva.
- Procurar minimitzar el número de fases que requerirà el mecanitzat. Això es pot aconseguir intentant situar tots els mecanitzats necessaris a una sola cara de la peça, dins la mesura de lo possible.

5.2 Mecanitzat CNC

La peça corbada que s'obté del premsat anterior no és el producte final, ja que seria pràcticament impossible premsar una peça obtenint directament la geometria desitjada, a no ser que aquesta tingués sol·licitacions geomètriques molt senzilles i només calgués retallar o polir el material excedent.

En el cas de geometries més complexes com és el cas d'un respatller o seient, però, la peça en brut conté les característiques geomètriques més bàsiques del component (radis de curvatura), mancant la mecanització a posterior que li acaba d'atorgar les línies de contorn definitives i, si és el cas, també els allotjaments per a elements de fixació o muntatge. Així doncs per acabar d'atorgar la geometria final i les característiques pertinents al component la solució és sotmetre a la peça en brut a un mecanitzat executat per un centre de mecanitzat per control numèric i, en aquest cas en particular, de 5 eixos.

Partint de l'experiència acumulada a l'empresa ITdC aquest procés, molt breument, és el següent. Partint de la peça en brut obtinguda al premsat:

1. Col·locar la peça sobre la ventosa. La ventosa és un duplicat del mascle del motlle, on la peça va fixada mitjançant la creació del buit. Per a fer-ho, aquesta disposa d'uns forats que permeten la circulació i la repartició de l'aire equitativament, de tal manera que la peça quedi fixada correctament.



Il·lustració 51: Ventosa

2. Amb la peça i la ventosa sobre la bancada del centre de mecanitzat, fixar la peça per buit i iniciar el mecanitzat prèviament programat. La programació del mecanitzat s'obté a partir del document IGS del sòlid 3D en qüestió i d'un software dedicat (AlphaCam en el cas de l'empresa ITdC).



Il·lustració 52: Centre de mecanitzat

Aquest centre de mecanitzat de 5 eixos, així com la majoria de màquines d'aquestes característiques, és capaç de donar una precisió fins a la dècima de mil·límetre.

5.3 Entapissat

Els elements que s'entapissaran, segons la definició d'objectius, són el respatllet i el seient de la butaca. Tot i això també s'entapissarà els reposa braços de la cadira i la butaca donada la funció de suport que han de complir.

Per a entendre el procés d'entapissat, primer de tot cal veure els components necessaris que el conformen:

- Contra: Aquest component és una còpia idèntica de la superfície a entapissar. El seu espessor és d'entre 3 i 5 mil·límetres, ja que no ha de complir funcions estructurals. Normalment es fabrica conjuntament amb la peça principal per estalviar temps.
- Amortiment: material de farcit que serveix de coixí per a l'usuari.
- Buata: aquesta capa impedeix que el material de farcit es desplaci de la seva posició.
- Tela exterior: és la capa de teixit que està en contacte directe amb l'usuari.

5.3.1 Materials

Material de la contra

Tal i com s'ha indicat, la contra és una còpia exacte de la superfície a entapissar, per tant es fabricarà de làmines de bedoll. Aquesta no necessàriament ha d'ocupar tota la superfície útil, ja que dificultaria molt el procés d'entapissat.

Material d'amortiment

S'emprarà escuma flexible de poliuretà, el material més àmpliament usat en el farcit d'encoixinats. Aquest material és extremadament lleuger, no conté cap substància nociva pel ser humà i la seva alta disponibilitat i preu el fan idoni per a aquest tipus d'aplicacions.

Així mateix l'escuma de poliuretà també presenta major durabilitat i són menys inflamables que les escumes de cautxú natural i làtex.

El gruix del material de farcit acostuma a oscil·lar entre una polzada i mitja i dues (38 i 50 mil·límetres respectivament). Per a major comoditat el gruix d'aquesta capa serà de 50 mil·límetres, tant al seient com al respatllet.

En el cas del reposa braços aquest gruix és excessiu i pot arribar a resultar aparatós, per tant en aquest cas el gruix del material de farcit serà de 20 mil·límetres.

Material entretela (buata)

La funció principal d'aquesta capa, com ja s'ha indicat, és la de mantenir en posició el material de farcit. Com a funció secundària també serveix per a aconseguir un acabat llis i suau.

El material més usat en aquest cas és el cotó. L'espessor d'aquesta capa acostuma a ser de com a màxim 5 mil·límetres, tot i que és indiferent al no haver de complir una funció ergonòmica.

Material del teixit superior

Finalment l'elecció del material del teixit superior és pràcticament subjectiva. Existeixen infinitat de materials adequats per a desenvolupar aquesta tasca que, principalment, desenvolupa una funció estètica. Entre els més populars s'hi troben la tela de polipell, el vellut, el lli i la tela xenilla.

Per preferència estètica la tela superior de l'entapissat serà de lli, i el color d'aquesta, per contrastar amb la tonalitat clara del bedoll, serà de color xocolata.

5.3.2 Procés d'entapissat

L'entapissat que es vol dur a terme al respatllet i al seient es parcial, és a dir, no s'entapissarà tota la superfície de cada component, tant sols la zona en contacte amb l'usuari.

Aquest tipus d'entapissat segueix el següent procés:

- Centrar la contra sobre la superfície a entapissar i grapar-la, usant una grapadora neumàtica i grapes específiques per a fusteria.
- Centrar l'escuma de poliuretà sobre la contra. Entre els marges de l'escuma i la vora de la contra ha de quedar un espai de 20 mil·límetres com a mínim, ja que en aquesta zona anirà la tira de claus flexible que fixarà la tela superior.
- Posicionar la buata de cotó sobre l'escuma de poliuretà assegurant que quedi tensada i grapar. Situar les tires de claus específica per a entapissat a la vora de la contra i grapar-les, tal i com s'observa a la següent imatge:



Il·lustració 53: Tira de claus elàstica



Il·lustració 54: Mètode de fixació de la tira de claus

- Col·locar la tela superior en posició, tensar-la i inserir la vora de la tela dins les tires de claus. Tot seguit, amb l'ajuda d'un martell específic per a entapissar, aixafar la part dentada de la tira cap a la part grapada, de tal manera que la tela quedi fixada i oculti la tira de claus.



Il·lustració 55: Inserció de la tela a la tira de claus



Il·lustració 56: Fixat de la tela superior

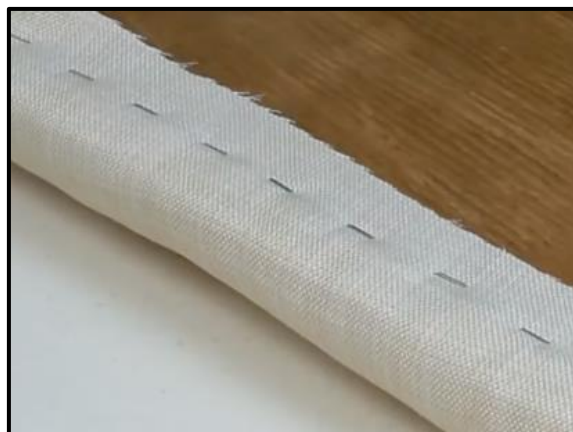
Entapissat del reposa braços

En el cas del reposa braços l'entapissat és més senzill. La superfície en contacte amb l'avantbraç haurà de disposar d'un rebaix on anirà allotjada la contra, en aquest cas serà un tauler pla.

Donat que la cara inferior de la contra quedarà amagada dins el rebaix, no serà necessari l'ús de la tira de claus per amagar la tela superior.

El procediment es molt similar que per al entapissat del respatllet i el seient:

- Abans de fixar la contra al rebaix del reposa braços, es situa l'escuma de poliuretà i la buata.
- Es col·loca la tela superior i, enlloc de fer ús de la tira de claus, es porta la tela a la part inferior de la contra.
- Es tensa la tela i es grapa a la part inferior, retallant l'excedent de material
- Finalment s'encola la contra entapissada al rebaix del reposa braços, usant adhesiu a definir en l'apartat d'elements de fixació.



Il·lustració 57: Fixat de la tela superior del reposa braços

5.4 Corbat de perfils d'acer

Per a conformar la geometria de les potes la tècnica més estesa és la del corbat de perfils. El que aquesta pràctica genera en la peça és una deformació plàstica permanent d'unes característiques geomètriques determinades i variables.

La tècnica és idèntica tant per al doblegat de tubs com per a perfils, necessitant tant sols un recalibratge dels utensilis usats. Existeixen varies formes de corbar un perfil, podent-se englobar en dos tècniques principals, depenent dels requeriments final del producte.

Corbat en fred

Es realitza a temperatura ambient. Aquest procés es realitza normalment mitjançant un joc de tres rodets o cilindres deformadors controlats hidràulicament. També pot denominar-se rodament en fred o en piràmide.

- Avantatges:
 - No requereix ús de combustible per escalfar l'acer abans de processar-se.
 - S'eliminen els temps i esforços addicionals d'escalfar i refredar l'acer.
 - Acabat més suau i amb menys deformació que en el corbat en calent.
 - Major resistència mecànica (es treballa per sota del punt de cristallització de l'acer).
 - Es poden obtenir menors radis de curvatura.
- Desavantatges:
 - Menys dúctil que l'acer obtingut per corbat en calent, per tant, pot ser més fràgil.
 - Per obtenir radis de curvatura petits cal impregnar el material d'un material afegit, com sorra, per tal d'evitar fractures.

Corbat en calent

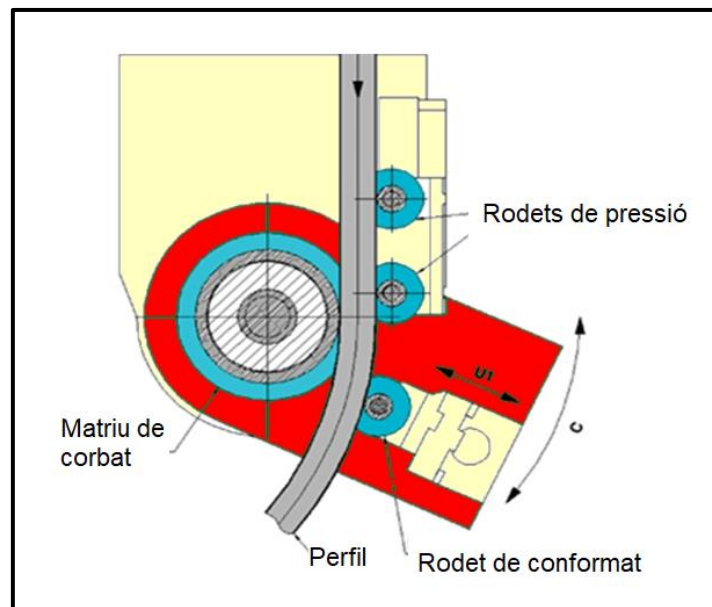
Generalment fa referència a qualsevol tipus de corbat que impliqui inducció. És un mètode molt precís que permet el corbat de components de grans dimensions.

- Avantatges:
 - No necessita addició de material per evitar fractures.
 - Mètode molt precís.
 - Un cop escalfat el material, l'esforç necessari per corbar és molt menor que en el corbat en fred.
 - Permet corbar peces de grans dimensions minimitzant l'efecte de ressort que pugui afectar al radi i l'angle de la corba.
- Desavantatges:
 - Requereix d'aplicació de calor, per tant d'una aplicació energètica inicial elevada.
 - Els utensilis necessaris per corbar en calent són més cars.
 - Temps d'espera mentre el metall es refreda.
 - Pitjor acabat superficial

Per al conformat de les potes el mètode més eficient és el corbat en fred, donat a les avantatges mecàniques que ofereix, al cost reduït (en comparació al corbat en calent) i al baix temps de producció. A més el corbat per inducció, tot i ser molt precís, està més orientat a la producció de canonades de gran diàmetre on és important minimitzar al màxim l'efecte de ressort i reduir les soldadures necessàries.

Els mètodes per corbar en fred més comuns són els següents:

- Corbat per braç giratori: de les tecnologies més precises i versàtils. Corba mitjançant conjunts de matrius que tenen un radi de línia de centre constant. Les màquines d'aquest estil poden ser programades per emmagatzemar diversos treballs de corbat amb diferents angles. Permet produir peces molt complexes amb una estricta qualitat i gran capacitat d'automatització.
- Corbat per pressió: segurament el primer mètode conegut de corbat en fred. En aquest procés es pressiona una matriu en forma de corba contra l'objecte a corbar, obligant-lo a ajustar-se a la forma.
- Corbat per rodets: Normalment es realitza mitjançant un joc de tres rodets o cilindres deformadors controlats hidràulicament, que apliquen pressió al component canviant-li gradualment el radi de curvatura. Es sotmeten els perfils a un procés de deformació controlada que evita les tensions excessives en les cares traccionades i comprimides del perfil. La posició del rodet de conformat defineix el radi de curvatura, i es poden obtenir diversos radis de curvatura amb un sol set de rodets. Així mateix també permet generar contorns corbats definits com funcions "spline" o polinomials.



Il·lustració 58: Corbadora de 3 rodets

6. Ergonomia del mobiliari

6.1 Antropometria

S'entén per antropometria la ciència que estudia les mesures i dimensions de les diferents parts del cos humà, ja que aquestes són variables en cada individu depenent del sexe, edat, raça, alimentació, etc.

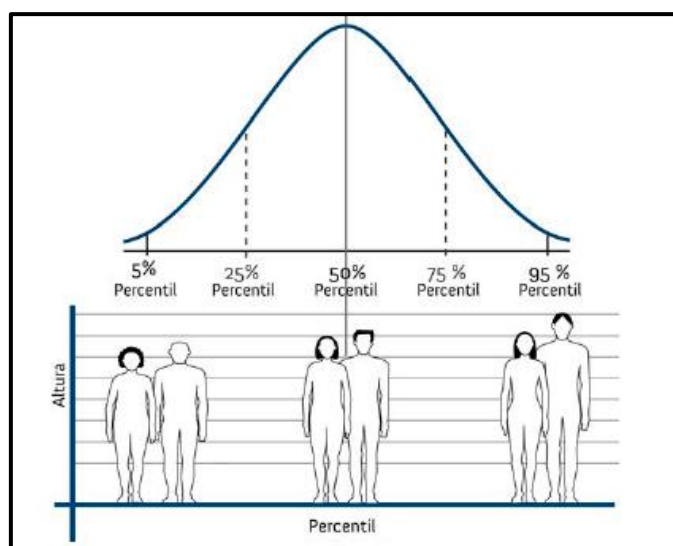
Aquesta ciència compleix una funció vital en el present en el disseny industrial i d'indumentària, així com en l'ergonomia, la biomecànica i l'arquitectura. Tots aquests són camps on s'usen dades sobre la distribució de mesures corporals de la població amb la finalitat d'optimitzar els productes.

En vista de la seva funció, l'antropometria es classifica en dos tipus:

- Antropometria estructural: s'encarrega de les mesures del cap, tronc i extremitats en una posició determinada.
- Antropometria funcional: inclou mesures preses durant el moviment realitzat pel cos en activitats específiques.

En el cas d'aquest projecte es tindran en compte únicament els criteris referents a l'antropometria estructural.

L'aplicació de criteris antropomètrics en el disseny de mobiliari es basa en l'establiment de determinades relacions entre les dimensions del moble i les dimensions relacionades de l'usuari. El criteri general és dissenyar per acomodar al màxim nombre d'usuaris possible, per lo que els percentils més empleats en el disseny ergonòmic són el P5 (correspon a un individu amb una talla petita i vol dir que tant sols un 5% de la població té aquesta talla o menys) i el P95 (per sota d'aquest punt està situat el 95% de la població), és a dir, que es projecta per un 90% dels usuaris.



Il·lustració 59: Corba de distribució normal

Les distintes mesures antropomètriques varien d'una població a una altre, de lo que se'n deriva la necessitat de disposar de les dades antropomètriques de la població concreta que es pretén estudiar. Existeixen dades normalitzades recollides en el que es coneix com a taules antropomètriques, associades a una població determinada.

Aquestes taules constitueixen la font de dades més fiable ja que estan sempre associades a una població determinada, perfectament definida i a una aplicació concreta.

A Espanya les dades més actuals sobre dimensions antropomètriques de la població són recollits a "Aspectes antropomètrics de la població laboral espanyola aplicats al disseny industrial", document que recull les mesures de 1.723 persones preses entre l'any 1991 i 1996.

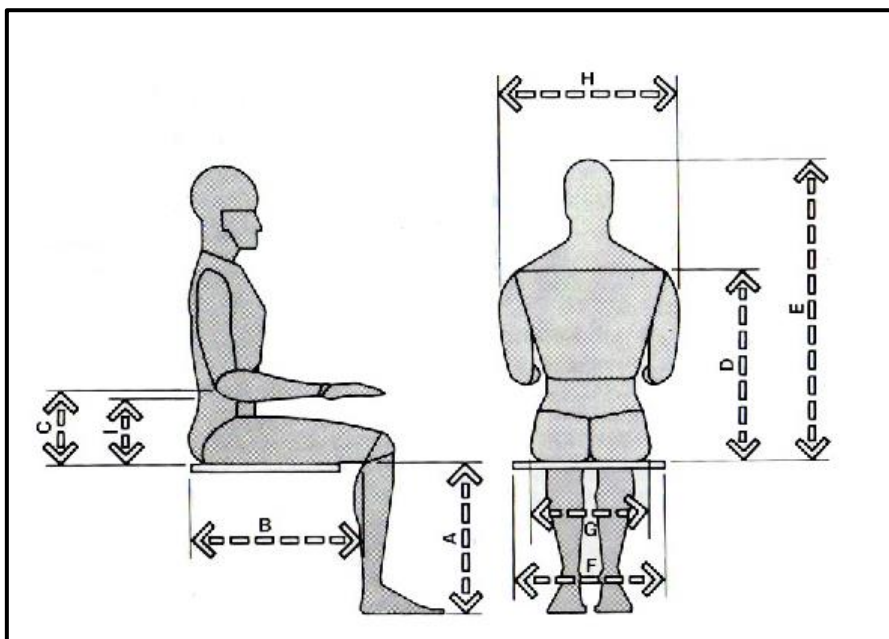
Existeixen quatre grups de mides fonamentals segons la norma UNE-EN ISO 7250 (Definició de les mesures bàsiques del cos humà pel disseny tecnològic):

- Mesures preses amb l'individu de peu
- Mesures preses amb l'individu assegut
- Mesures de segments específics del cos
- Mesures funcionals

En el cas que ens ocupa, s'examinaran les mesures preses amb l'individu assegut.

Dades antropomètriques de la població laboral espanyola (desembre 1996 – corregits octubre 1999)							
Nº (Refer.ISO 7250:1996)	Lletra a imatge 48: mesures fonamentals	Designació	Mostres	Mesura (mm)	Error	Percentils (mm)	
						P5	P95
12 (4.2.1)	E	Altura assentat	1716	859,69	1,004	793	929
14 (4.2.3)	-	Altura del punt cervical, assentat	1716	631,26	0,850	688	714
15 (4.2.4)	D	Altura dels hombros, assentat	1719	578,66	0,813	524	635
16 (4.2.5)	C	Altura del colze, assentat	1711	224,98	0,639	182	269
18 (4.2.8)	H	Amplada de les espatlles, bicromial	1721	369,58	0,591	304	432
19 (4.2.10)	F	Amplada entre els colzes	1717	457,85	1,287	367	542
20 (4.2.11)	G	Amplada dels malucs, assentat	1718	365,14	0,734	316	417
21 (4.2.12)	A	Altura poplità	1721	418,17	0,703	368	464
22 (4.2.13)	J	Espessor de la cuixa, assentat	1710	144,78	0,457	112	174
23 (No incl.)	I	Altura lumbar	-	-	-	-	-
24 (4.2.15)	K	Espessor abdominal, assentat	1719	240,12	1,064	173	314

NOTA: la imatge inferior no conté totes les mesures de la taula, és una imatge orientativa per a entendre millor la mesura estudiada, ja que amb les dades oficials de la taula no s'hi adjuntava cap imatge oficial.



Il·lustració 60: Mesures antropomètriques fonamentals d'una persona assentada

6.2 Estudi ergonòmic

En disseny, l'antropometria i l'ergonomia són conceptes que acostumen a anar sempre junts. S'entén per ergonomia la ciència que s'encarrega de l'adequació de productes, sistemes i entorns artificials a les necessitats, limitacions i característiques dels seus usuaris, optimitzant l'eficàcia, seguretat i benestar.

Tot seguit es passaran a definir les mesures bàsiques a tenir en compte a l'hora de dissenyar el mobiliari de cadirat, amb l'ajuda de les mesures antropomètriques anteriors i un seguit de criteris concrets per a cada component del mobiliari.

6.2.1 Cadira

Les cinc mesures més rellevants per al disseny d'una cadira són les següents:

- Altura del seient des del terra: ha de ser suficient per tal que, amb ambdós peus recolzats plans al terra, l'angle que conforma la cuixa amb la part inferior de la cama sigui de 90°.

Una altura excessiva provoca una sobrecàrrega en les cuixes i inestabilitat, mentre que una altura escassa provoca dolor als genolls. En general, però, és preferible una cadira lleugerament més baixa que alta, doncs una cadira que acomodi a algú més baix també acomodarà a algú més alt.

D'aquesta manera, l'altura del seient des de el terra haurà d'estar compresa **entre 43 i 46 cm** ("If the chair fits: All shapes and sizes", 2001).

- Profunditat del seient: ha de ser suficient per tal que la regió darrera dels genolls (zona poplítica) no colpegi la part del davant del seient.

Si la profunditat és excessiva, la zona poplítica quedarà comprimida contra el seient tallant el reg sanguini. En canvi, si la profunditat és insuficient l'usuari tindrà la sensació desagradable de caure.

La longitud natja - poplítica (distància B en la imatge 48) és la que defineix aquesta mesura, i oscil·la **entre els 40 i 43 cm** (Goonetilleke, 1997). L'usuari ha de poder seure amb l'esquena contra el respatller de tal manera que entre la vora del seient i la zona poplítica i quedi un espai de 7,62 cm com a mínim i 20,32 cm a màxim (BIFMA, 2005).

- Amplada del seient: a diferència de la resta de mesures, en aquest cas els requisits són més flexibles. En la majoria de casos l'únic que es necessita és una amplada mínima, ja que en general una amplada excessiva no afecta negativament a l'usuari.

Així doncs l'amplada mínima del seient és l'amplada del maluc més un marge per al moviment i la roba. Es considera adequada una amplada **d'entre 50 i 76 cm** (ILC, 2005).

- Altura i amplada del reposa braços: Comparant les mesures obtingudes de diferents fonts d'informació, totes coincideixen en que l'**altura** del reposa braços ha d'estar compresa **entre 18 i 23 cm**. Per altra banda tenim l'**amplada** del reposa braços; aquesta mesura és d'aproximadament **5 cm**. Així mateix, el reposa braços estarà com a mínim distanciat **200mm de la vora frontal del seient**.
- Altura del respatller: aquesta dimensió és la que més depèn en el tipus de funció a la que estigui destinada la cadira. Els respatlles es classifiquen de la següent manera:
 - Respatller baix: per sota dels omòplats
 - Respatller mig: dona suport a la part superior de l'esquena i espatlla
 - Respatller alt: dona suport fins al coll i el cap

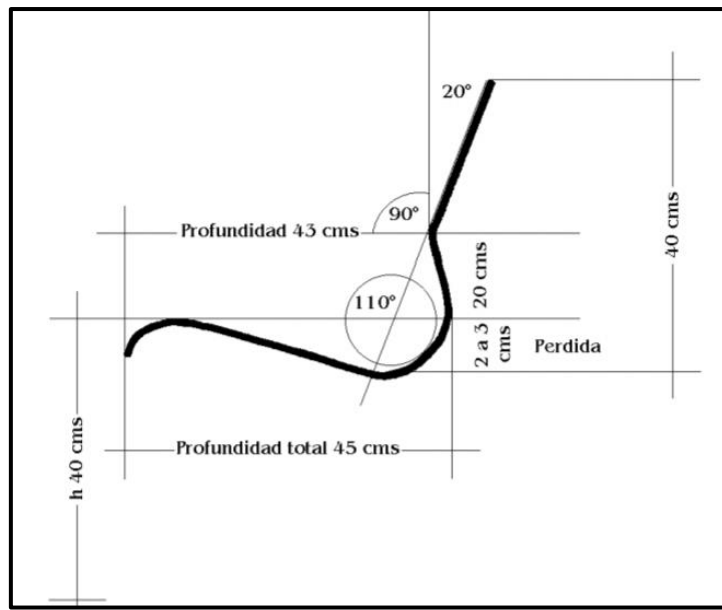
Per a cadires d'oficina, el respatller hauria de donar suport a tota l'esquena. Malgrat això, és més difícil definir un criteri per a l'altura del respatller d'una cadira d'ús ocasional, com és el cas que ens ocupa.

Donat que el tipus de suport més important que ha d'atorgar el respatller és a la zona lumbar, i que en el cas de les cadires és important evitar un acoblament complet amb l'esquena per tal de permetre que l'usuari canviï la posició del cos més lliurement, el **respatller** de la cadira serà de **tipus baix**.

Per tant, malgrat no disposar d'aquesta mesura a les taules antropomètriques, per tal de donar suport fins a la part inferior dels omòplats, el respatller ha de fer **entre 30 i 40 cm** des de la base del seient (Pheasant, 1986).

- Angle respatller seient: Aquesta dimensió ve condicionada per la inclinació que tingui el seient cap al respatller. En general aquesta inclinació esta compresa entre uns 25 i 40 mm. Per a una **inclinació** del seient **de 25 a 30 mm**, l'angle serà **d'entre 100 i 110°**, mentre que per a una inclinació de **fins a 40mm** l'angle serà **de 110 a 120°**.

Aquestes relacions estan preses seguint el model desenvolupat per un tècnic suec anomenat Akerblom, que es va basar en més de 5000 radiografies per a desenvolupar-lo.



Il·lustració 61: Perfil Akerblom

6.2.2 Butaca

A diferència del cas d'una cadira, no existeixen mesures específiques per a dissenyar una butaca segons criteris ergonòmics. És per això que s'extrapolen els criteris generals mencionats en la cadira per a dissenyar una butaca.

El perfil Akerblom ofereix una relació orientativa entre les mesures d'una cadira i una butaca:

	Sillas		PT + h = 85	
h = altura	h = 43	PT = 42	Per. = 4	< 110° a 120°
P = Profundidad	h = 46	PT = 39	Per. = 2,5	< 100° a 110°
PT = Profundidad Total	Sillones		PT + h = 95	
Áng. = Ángulo	h = 25	PT = 75	Per. = 7	< 110° a 120°
Per. = Pérdida	h = 40	PT = 55	Per. = 4	< 100° a 110

Il·lustració 62: Relació cadira – butaca establerta per Akerblom

- Altura del seient des del terra: en el cas d'una butaca d'ús ocasional, l'altura del seient des del terra pot ser més baixa; aquesta altura partirà d'un **mínim de 25 cm**, podent arribar **fins a 40 cm**.
- Profunditat del seient: seguint la relació establerta per Akerblom, si l'altura del seient des del terra és d'entre 25 i 40 cm, la profunditat total serà d'entre 55 i 70 cm, el que resulta en una profunditat del seient d'entre, aproximadament, **50 i 65 cm**.
- Amplada del seient: s'aplica el mateix criteri que en el cas de la cadira, per tant les dimensions que es consideren correctes són les mateixes, entre **50 i 76 cm**.
- Altura i amplada del reposa braços: Se segueixen els mateixos criteris que per a la cadira. L'**altura** del reposa braços ha d'estar compresa **entre 18 i 23 cm**, i l'**amplada** aproximadament **5 cm**. La distància a la vora del respall serà, de nou, 200mm com a mínim.
- Altura del respall: La butaca haurà de constar d'un respall alt, és a dir, que doni suport lumbar, dorsal i cervical. Per tal de garantir un suport total de l'usuari amb el respall, es prendrà l'altura assentat de les taules antropomètriques per a dimensionar-lo. S'obté que pel 95 percentil, l'altura de l'usuari assentat és d'aproximadament **90 cm**.
- Angle respall seient:

Aquesta dimensió ve condicionada per la inclinació que tingui el seient cap al respall. En general aquesta inclinació està compresa entre uns 25 i 40 mm. Per a una **inclinació** del seient **de 25 a 30 mm**, l'angle serà **d'entre 100 i 110°**, mentre que per a una inclinació de **fins a 40mm** l'angle serà **de 110 a 120°**.

Així mateix, al tractar-se no d'una butaca orientada a funcions laborals sinó al confort de l'usuari, lo que es busca és la major reclinació i suport del cos.

6.2.2 Tamboret

En el cas del tamboret, no hi ha cap taula que relacioni les mesures de la cadira amb aquest.

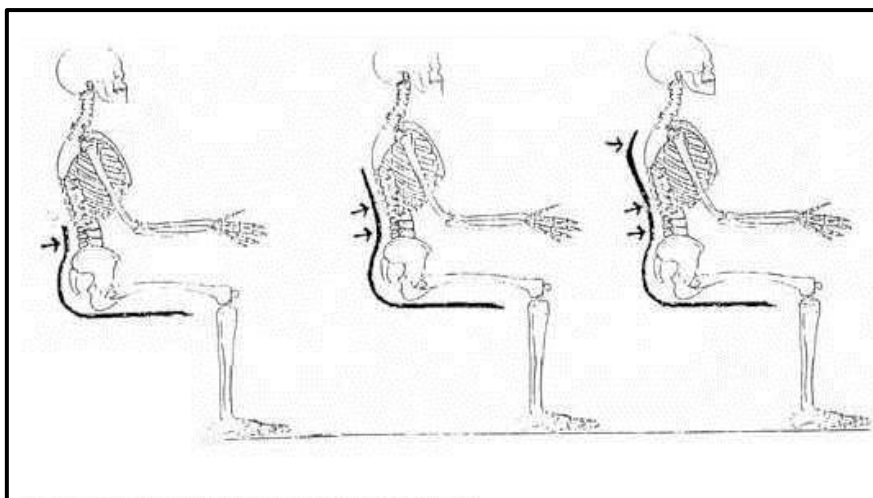
Donat que la principal diferència d'un tamboret amb una cadira és la distància del seient des de el terra i l'altura del respall, la resta de mesures romandran intactes amb respecte a les de la cadira.

Així mateix també hi ha una mesura afegida a tenir en compte amb respecte tant de la cadira com de la butaca, i és l'altura del reposapeus.

- Altura del seient des del terra: En general es consideren 3 rangs d'altures diferents per a aquesta mesura, en funció de l'ús al que estigui orientat el tamboret:
 - Altura estàndard: la més comú per a tamborets d'ús en sales d'estar i ambients no públics. Oscil·la **entre els 58 i els 72 cm**.
 - Altura de bar: l'altura de referència per als tamborets de bar on l'altura de la barra està entre els 104 i els 109 cm. Aquesta altura oscil·la **entre els 74 i 82 cm**.
 - Altura alta de bar: en els casos en els que la barra del bar o taula estan a una altura del terra superior als 109 cm, l'altura recomanada pel tamboret és **d'entre 84 i 92 cm**.

En aquest cas l'altura que es tindrà en compte donat l'ús al que està destinat el tamboret és l'estàndard, per tant, **entre 58 i els 72 cm**.

- Altura del reposapeus des del terra: Aquesta mesura ve definida per l'anterior. Tenint en compte que l'altura del seient des del terra és l'estàndard, l'altura del reposapeus és **d'entre 20 i 25 cm**. Aquesta mesura ha de ser tal que permeti que l'usuari recolzi els peus de tal manera que l'angle entre la part inferior de la cuixa i la part inferior de la cama sigui d'aproximadament 90°, tal i com passa amb la cadira.
- Profunditat del seient: La longitud natja - poplícia és la que defineix aquesta mesura, i oscil·la **entre els 40 i 43 cm** (Goonetilleke, 1997).
- Amplada del seient: l'amplada mínima del seient és l'amplada del maluc més un marge per al moviment i la roba. Es considera adequada una amplada **d'entre 50 i 76 cm** (ILC, 2005)
- Altura del respall: A part de la classificació anterior de respallers, aquests també es poden classificar de la següent manera (il·lustració 51):
 - Respatller lumbar
 - Respatller lumbar – dorsal
 - Respatller lumbar – dorsal cervical



Il·lustració 63: Tipus de suport d'un respall

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, el tipus de suport més important que ha d'atorgar el respalller és a la zona lumbar. Per tal d'atorgar aquest mínim suport al respalller del tamboret, ens fixarem en les mesures antropomètriques observades amb anterioritat. Malgrat que l'altura lumbar no s'inclou en les dades antropomètriques de la població laboral espanyola, aquesta mesura és molt similar a la de l'altura del colze, assentat.

Així doncs, extrapolant aquesta mesura com a referència, se'n desprèn que l'altura del respalller del tamboret des de la base del seient haurà de ser **d'entre 20 i 23 cm.**

- Angle respalller seient: Per a una **inclinació** del seient **de 25 a 30 mm**, l'angle serà **d'entre 100 i 110°**, mentre que per a una inclinació de **fins a 40mm** l'angle serà **de 110 a 120°**.

Conclusions sobre les mesures ergonòmiques

Tal i com s'ha vist en les mesures recomanades per la cadira, la butaca i el tamboret, no existeix una sola mesura vàlida que s'adapti perfectament a l'usuari. Aquest fet es evident, ja que tal i com s'ha vist a les taules antropomètriques les variacions entre les mesures preses són molt notables.

Per aquest motiu el criteri que es seguirà per a les mesures estipulades és basarà en seleccionar un valor comprés en el rang de mesures i que sigui lògic en relació a les mesures antropomètriques pel 95 percentil de la població.

Així mateix també es dona el cas que hi ha mesures que no es troben normalitzades en cap document oficial d'antropometria. Aquestes mesures són les següents:

- Radi de curvatura del respalller (en el sentit de les espatlles)
- Radi/s de curvatura del respalller (en el sentit de la columna vertical)
- Radi de curvatura del seient (en el sentit de les espatlles)
- Radi/s de curvatura del seient (en el sentit de les cames)

Per a mirar d'obtenir una mesura aproximada d'aquestes mesures, s'ha consultat diversos models 3D de cadires, obtinguts gràcies a l'empresa ITdC que ha facilitat aquests arxius. Entre els models consultats més populars destaquen els següents:

- Cadira Gorka
- Cadira Curvae
- Cadira Glove
- Cadira Gràcia

Radi de curvatura del respalller (en el sentit de les espatlles): en general un sol radi. **Des de 300 mm** a totalment recte.

Radi/s de curvatura del respalller (en el sentit de la columna): en general compost de dos radis. **Molt lleugers**, de l'ordre de 2000 mm. En la gran majoria de casos es totalment recte.

Radi de curvatura del seient (en el sentit de les espatlles): en general un sol radi. Des de 700 mm fins a totalment recte.

Radi de curvatura del seient (en el sentit de les cames): compostat des de diversos radis fins a cap, és a dir, a ser totalment pla. Tornen a ser **radis molt lleugers** de l'ordre d'entre 1000 i 3000 mm.

Tal i com es pot comprovar aquestes mesures no tenen res a veure entre elles, per tant per a definir aquestes mesures en el projecte que ens ocupa s'extrapolaran part d'aquestes dades i es seguirà un criteri propi segons convingui.

7. Normativa aplicable

Per tal de poder definir tant les càrregues que ha de suportar cada element del mobiliari de cadirat així com altres aspectes normatius, s'examinarà les normatives UNE vigents que repercuteixen en aquest projecte:

- **UNE 11020-1:1992**: Cadires, butaques i tamborets per a ús domèstic i públic, característiques funcionals i especificacions. Part 1: Materials i acabat superficial.
- **UNE 11020-2:1992**: Cadires, butaques i tamborets per a ús domèstic i públic. Especificacions i característiques funcionals. Resistència estructural i estabilitat.
- **UNE 11010:1989**: Cadires, butaques i tamborets. Mètodes d'assaig per a determinar la resistència estructural.
- **UNE 11011:1989**: Cadires, butaques i tamborets. Mètodes d'assaig per a determinar l'estabilitat.

Per tal de no adjuntar tota la normativa enmig de la memòria es poden trobar els abstractes més rellevants de cada norma als annexes, on s'han destacat amb un requadre vermell els apartats especialment importants que fan referència directa al disseny del cas específic d'aquest treball.

7.1 Resum normativa aplicable

Partint de tota la informació recopilada de les normatives UNE esmentades anteriorment, tot seguit es resumiran les condicions a complir per a simular satisfactòriament els elements que componen la gama de mobiliari.

Les següents condicions són vàlides per igual en tots els components de la gama a no ser que s'especifiqui lo contrari.

7.1.1 Assaig de resistència estructural

Condicions per al seient

- Càrrega estàtica: Aplicar **950N** (ús domèstic, nivell d'assaig 3 de la taula 1: valors d'assaig per a la resistència estructural) a **100 mm** de la vora frontal del seient, o al punt més desfavorable.
- Assaig de fatiga: Aplicar **950N** a la mateixa posició que per a la càrrega estàtica, i repetir l'aplicació de la càrrega 40.000 cicles

Condicions per al respatllet

Es situen topes a la part posterior de les potes.

Es carrega el seient amb una força de contrapès **Vc = 950 N** al mateix punt de càrrega del seient.

- Càrrega estàtica: Aplicar, perpendicular al respatllet, **560N** a **100 mm** del punt més alt del respatllet (i sobre l'eix central).
- Assaig de fatiga: Aplicar, perpendicularment al respatllet, **330N** a la mateixa posició que per a la càrrega estàtica, i repetir l'aplicació de la càrrega 40.000 cicles. Durant cada cicle aplicar una força Vc de contrapès al seient.

Si la cadira tendeix a bolcar, reduir la força fins que no ho faci.

Condicions per al reposa braços

- Càrrega estàtica lateral: Aplicar 2 forces oposades **H = 400N** (figura 11), sobre el punt més favorable a fallida. Tal i com es veu a la figura, aquest punt és l'extrem del reposa braços.

NOTA: Per a les ales de la butaca s'aplicarà en la mateixa direcció 2 forces oposades de magnitud **300N**

- Càrrega estàtica vertical: S'aplica una força vertical **V = 400N** sobre el punt més favorable a fallo, de nou l'extrem del reposa braços. Si tendeix a bolcar s'aplicarà una força a l'extrem oposat del seient que impedeixi que això succeeixi (figura 12).

Condicions per a les potes

Restringir el moviment de les potes davanteres posant topes a la part del davant.

- **Càrrega estàtica**: Aplicar **H = 500N** a la part posterior del seient en direcció a les potes davanteres. Aplicar **V_c = 950N** sobre el punt de càrrega del seient (figura 15).

Restringir amb topes les potes davantera i posterior d'una mateixa banda

- **Càrrega estàtica lateral**: Aplicar horitzontalment i centrat, una força **H = 390N** al costat oposat al bloquejat (figura 16).
S'aplica igualment una força **V_c** de la mateixa magnitud a un punt situat a no més de 150 mm del costat descarregat.

7.1.2 Assaig d'estabilitat

Bolcada frontal i lateral de cadires

- Aplicar una força vertical **V = 600N** en un punt a **50 mm** del seient i a la línia central (veure figura 2)
- Aplicar una força horitzontal **F = 20N** tal i com es mostra a la figura 2

Bolcada posterior de cadires i butaques

- Posar els topes a les potes posteriors i aplicar una força vertical **V = 600N** al seient a un punt de la línia central del mateix i situat a **175mm** per davant de la intersecció entre seient i respall.
- Aplicar una força horitzontal **F = 80N** (si $h \geq 720\text{mm}$, entenent com a h l'altura del respall) sobre el respall, perpendicular al mateix i a **300 mm** per sobre del seient descarregat o a la part superior del respall (veure figura 3).

Bolcada lateral per a butaques

Bloquejar les potes d'un costat amb els topes

- Aplicar una força vertical **V₁ = 250N** sobre el seient a un punt situat a **100 mm** a un costat de l'eix de simetria longitudinal del seient, i entre **175 i 250 mm** per davant de la part posterior del mateix. Aplicar una altra força vertical **V₂ = 350N** a un punt situat a **37,5 mm** cap a dins del costat per exterior del reposa braços.
- Aplicar una força horitzontal **F = 20N** dirigida cap a l'exterior (veure figura 4).

Tamboret

Posicionar el tamboret de manera que dos potes quedin frenades pels topes

- Aplicar una força vertical **V = 600N** sobre el seient a un punt a **50mm** del costat més proper a les potes frenades.
- Aplicar una força horitzontal **F = 20 N** de manera que la seva línia d'acció passi pel centre del seient i en direcció a les potes frenades.

8. Dimensionat d'elements de la gama de cadirat

Seguint el rang de mesures obtingudes de l'estudi ergonòmic, tot seguit s'especificaran les dimensions i característiques generals de cada element de la gama de cadirat.

8.1 Cadira

Seient

- Altura des del terra: 430 mm
- Profunditat: 410 mm
- Amplada útil (mínim valor): 500 mm
- Inclinió: 25 mm (la vora frontal del seient està 25 mm per sobre de la part posterior)
- Radi en el sentit de les espatlles: 2300 mm
- Radi en el sentit longitudinal de les cames: 2 radis de 2000 mm, de manera que quedi una superfície còncava pels glutis i una superfície convexa per la part posterior de la cuixa.
- Espessor: A definir segons resultats de la simulació. Es donarà un valor inicial de 12 mm, basat tant en ser l'espessor més comunament utilitzat.

Respatller

- Altura (des del seient): 400 mm
- Inclinió (respecte l'horitzontal): 105°
- Radi en el sentit de les espatlles: 1300 mm
- Radi en el sentit longitudinal: En aquest sentit el respatller es pla, no te cap radi.
- Espessor: De la mateixa manera que al seient, es definirà segons els resultats de la simulació. Es donarà un valor inicial de 12 mm.

Reposa braços

- Altura (des del seient): 200 mm
- Amplada: 50 mm
- Longitud: a definir segons 3D
- Contra: 3 mil·límetres d'espessor i un marge amb cada cantonada del rebaix de 3 mil·límetres

Potes

Les mesures de les potes no estan subjectes a cap norma, per tant es donaran valors inicials orientatius i seran modificats (si es requereix) segons els resultats de la simulació.

- Amplada secció rectangular: 50 mm
- Espessor: 6 mm
- Separació entre potes: 300 mm (a major distància, major estabilitat)
- Separació entre brides: a definir segons 3D
- Longitud: ha de ser tal que, vista la cadira de perfil, el final de les potes quedi com a mínim alineat verticalment amb el punt més alt del respatller. D'aquesta manera es garanteix una major estabilitat.

8.2 Butaca

Seient

- Altura des del terra: 350 mm
- Profunditat: 550 mm
- Amplada útil (mínim valor): 500 mm
- Inclinió: 35 mm (la vora frontal del seient està 35 mm per sobre de la part posterior)
- Radi en el sentit de les espatlles: 2300 mm
- Radi en el sentit longitudinal de les cames: 2 radis de 3000 mm, de manera que quedi una superfície còncava pels glutis i una superfície convexa per la part posterior de la cuixa.
- Espessor: A definir segons resultats de la simulació. Es donarà un valor inicial de 12 mm, basat en ser l'espessor més comunament utilitzat.
- Contra: 5 mil·límetres d'espessor i un marge amb cada cantonada de 20 mil·límetres.

Respatller

- Altura (des del seient): 900 mm
- Inclinió (respecte l'horitzontal): 115°
- Radi en el sentit de les espatlles: 1300 mm
- Radi en el sentit longitudinal: En aquest sentit el respalller es pla, no te cap radi.
- Espessor: De la mateixa manera que al seient, es definirà segons els resultats de la simulació. Es donarà un valor inicial de 12 mm.
- Contra: 5 mil·límetres d'espessor i un marge amb el punt superior i inferior de 20 mil·límetres

Reposa braços

- Altura (des del seient): 200 mm
- Amplada: 50 mm
- Longitud: a definir segons el 3D.
- Contra: 3 mil·límetres d'espessor i un marge amb cada cantonada del rebaix de 3 mil·límetres.

Potes

Les mesures de les potes no estan subjectes a cap norma, per tant es donaran valors inicials basats en el sentit comú i seran modificats (si es requereix) segons els resultats de la simulació.

- Amplada: 50 mm
- Espessor: 6 mm
- Separació entre potes: 300 mm
- Separació entre brides: a definir segons 3D
- Longitud: ha de ser tal que, vista la cadira de perfil, el final de les potes quedi alineat verticalment amb el punt més alt del respatl·ler. D'aquesta manera es garanteix una major estabilitat.

8.3 Tamboret

Seient

- Altura des del terra: 650 mm
- Profunditat: 410 mm
- Amplada útil (mínim valor): 500 mm
- Incl·inació: 25 mm (la vora frontal del seient està 25 mm per sobre de la part posterior)
- Radi en el sentit de les espatlles: 2300 mm
- Radi en el sentit longitudinal de les cames: 2 radis de 2000 mm, de manera que quedi una superfície còncava pels glutis i una superfície convexa per la part posterior de la cuixa.
- Espessor: A definir segons resultats de la simulació. Es donarà un valor inicial de 12 mm, basat en ser l'espessor més comunament utilitzat.

Respatl·ler

- Altura (des del seient): 230 mm
- Incl·inació (respecte l'horitzontal): 100°
- Radi en el sentit de les espatlles: 1300 mm
- Radi en el sentit longitudinal: En aquest sentit el respatl·ler es pla, no te cap radi.
- Espessor: De la mateixa manera que al seient, es definirà segons els resultats de la simulació. Es donarà un valor inicial de 12 mm.

Potes

Les mesures de les potes no estan subjectes a cap norma, per tant es donaran valors inicials basats en el sentit comú i seran modificats (si es requereix) segons els resultats de la simulació.

- Amplada: 50 mm
- Espessor: 6 mm
- Separació entre potes: 300 mm
- Separació entre brides: a definir segons 3D
- Longitud: ha de ser tal que, vista la cadira de perfil, el final de les potes quedi alineat verticalment amb el punt més alt del respatller. D'aquesta manera es garanteix una major estabilitat.

Reposa peus

- Altura des del seient: 450 mm
- Amplada: definida per la separació entre potes, per tant 300 mm

8.4 Selecció i dimensionat d'elements de fixació

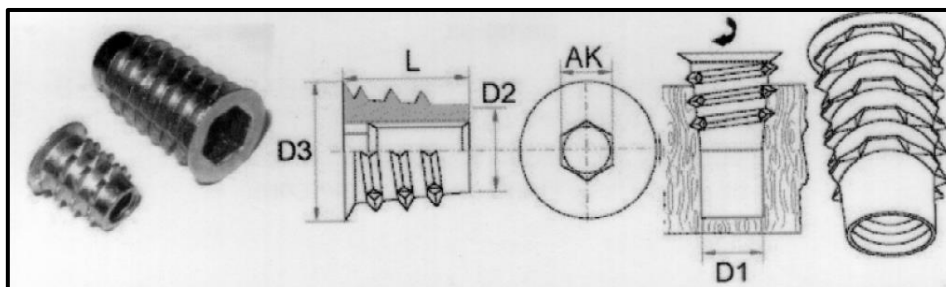
8.4.1 Selecció

De la definició d'objectius podem deduir que, com a mínim, tota la gama de mobiliari requerirà de dos punts principals de fixació. Aquests punts seran la unió de les potes amb el seient i la unió del seient amb el respatller.

Els elements de fixació seran del mateix tipus en tots tres elements de la gama. Aquests seran:

- Insert auto roscant tipus TBH

Aquest insert es específic per a aplicacions en fusta. S'usa quan interessa que el cargol no sobresurti de l'objecte a fixar, és a dir que quedi cec. Per tant és ideal tant per al seient com per al respatller, ja que proporcionarà la superfície adequada on roscarà el cargol mantenint la superfície visible totalment llisa. A més, aquest insert garanteix un roscat resistent i una alta resistència a la torsió.

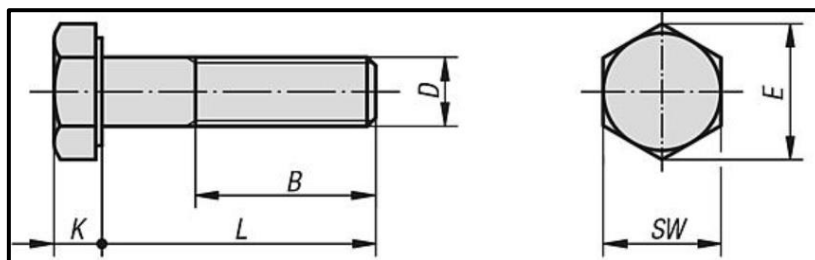


Il·lustració 64: Insert TBH

La mínima longitud comercial d'aquest tipus d'inserts és de 8 mm, per tant la tendència de donar un espessor de 12 mm tant al respatllet com al seient encaixa tenint en compte aquest factor.

- Cargol de cap hexagonal DIN 931

Per a unir l'estructura de les potes amb el seient s'usarà un cargol estàndard DIN 931. S'ha seleccionat aquest tipus de cargol amb cap hexagonal enlloc d'un de cap cònic degut a que aquest cargol estarà situat a un lloc no visible, per tant l'estètica general del producte no es veurà alterada. Així mateix la seva àmplia disponibilitat, preu i propietats mecàniques el fan ideal per aquesta aplicació.

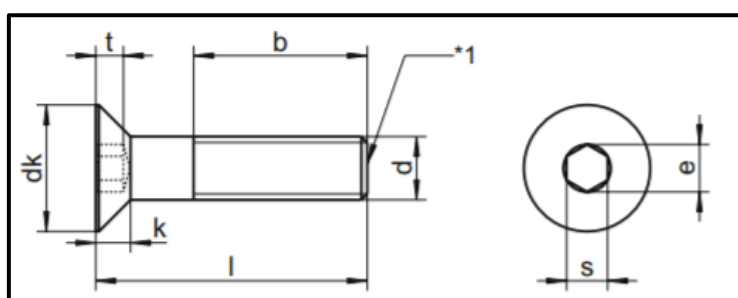


Il·lustració 65: DIN 931

- Cargol de cap cònic DIN 7991

En el cas de la unió entre el respatllet amb el seient si que interessa que el cargol quedi enrassat amb la superfície i no sobresurti, principalment per motius estètics. Per tal d'amagar completament el cap del cargol s'integrarà el disseny del reposa braços de tal manera que el tapi.

En el cas del tamboret, al no disposar de reposa braços, s'utilitzaran taps del mateix material que el respatllet per a amagar el cap del cargol.



Il·lustració 66: DIN 7991

- Adhesiu cianoacrilat König 7003

S'usarà aquest adhesiu especial per a fusteria tant per a unir el reposa braços amb el rebaix del seient i el respatllet, com per a unir la contra del reposa braços amb el mateix. S'ha descartat en aquest cas utilitzar un element mecànic de fixació donat a les reduïdes càrregues a les que està sotmès el reposa braços en comparació amb la resta de components, i d'aquesta manera també s'estalvien mecanitzats innecessaris que encaririen el conjunt. Així mateix fent ús d'adhesiu s'assegura un acabat exterior llis i sense marques.

Pel simple fet que sigui un adhesiu, però, no s'ha de prendre com un mètode de fixació dèbil o insuficient. Algunes de les seves propietats són:

- Resistència a la tracció: 20 MPa
- Rang de temperatures: - 50 – 80 °C
- Temps de curació (en fusta): entre 4 i 180 segons depenent de la fusta

Per a aconseguir una unió encara més resistent alhora que es redueix el temps de curació, el que es fa és mesclar unes gotes de cola blanca comú amb l'adhesiu cianoacrilat (*). Això resulta en una reacció exotèrmica que augmenta l'efectivitat de la unió.

(*) NOTA: Aquesta informació ha estat proveïda per el propi comercial de l'adhesiu König.

- Grapes DEXTER

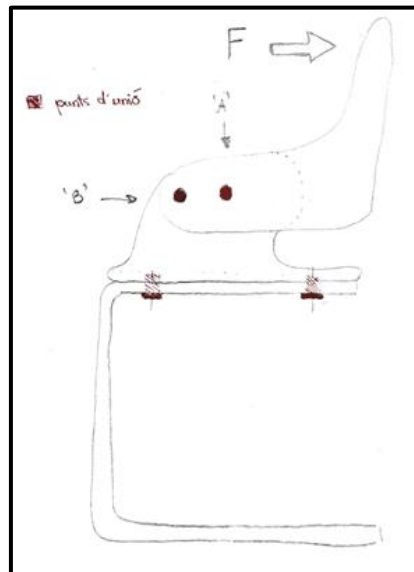
S'usaran aquestes grapes específiques de fusteria per a fixar la contra del respall i el seient de la butaca, així com per fixar l'entapissat del reposa braços. S'ha optat per les de 10 mil·límetres enlloc de les de 12 en el cas de la contra de la butaca per tal d'evitar que la grapa marqui la peça per la cara oposada, ja que malgrat per longitud no hauria de travessar, al clavar-les amb la grapadora neumàtica sempre s'enfonsen uns mil·límetres en la superfície. Per la contra del reposa braços s'usaran grapes de 4 mm, les més petites comercialitzables.

8.4.2 Dimensionat

En aquest apartat es calcularà el diàmetre necessari de cargol segons les càrregues previsibles a les que estarà sotmesa l'estructura de la cadira. Per tant es faran els càlculs per trobar el diàmetre adequat pel DIN 931 i pel DIN 7991. El diàmetre de l'insert auto roscant vindrà determinat pels càlculs dels DIN anteriors.

Depenent del disseny de la unió, els cargols estaran sol·licitats a tallant o a axil (tracció o compressió). Els cargols sotmesos únicament a compressió no requereixen de cap càlcul.

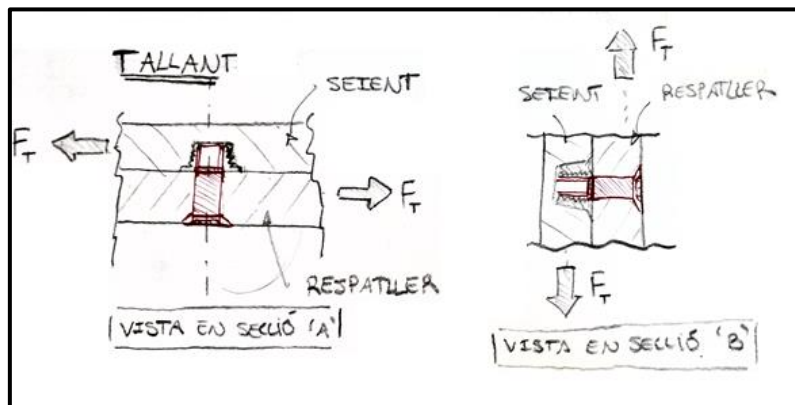
Per a simplificar els càlculs i veure millor la sol·licitació dels cargols en aquest cas específic es procedirà a fer un esquema de forces:



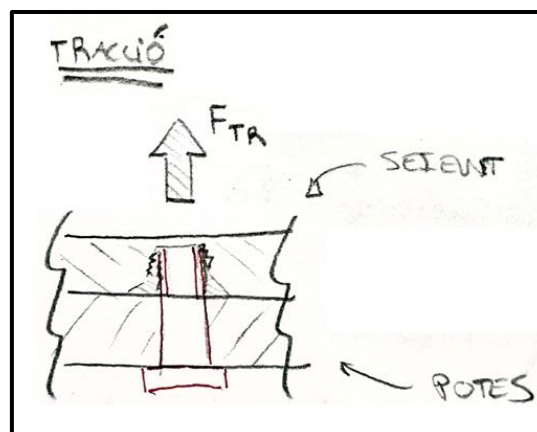
Il·lustració 67: Esquema de forces 1

Fent un ús normal de la cadira, l'usuari aplicarà una força F al respall, que podem considerar perpendicular a l'eix vertical del respall, tal i com s'observa en l'esquema superior. També existirà la força de compressió a la que sotmeti el seient, però en aquest cas no suposarà un problema per al dimensionament dels cargols.

Per tant l'única força de gran magnitud a la que estarà sotmesa l'estructura serà a l'aplicada al respall. Tot seguit s'observa la repercussió que tindrà en els cargols:



Il·lustració 68: Esquema de forces 2



Il·lustració 69: Esquema de forces 3

Consideracions i suposicions :

- L'estructura de la cadira es totalment rígida, no es produeixen flexions i les potes estan fixades al terra.
- Els cargols que uneixen respatller i seient estan sotmesos a cisalla pura.
- Els cargols que uneixen les potes i el seient estan sotmesos a tracció pura (els esforços de cisalla que puguin existir en aquesta regió són insignificants en comparació, per tant dimensionant aquests cargols a tracció ja es suficient).
- Suposem la força aplicada al respatller com la força de cisalla aplicada directament sobre els cargols del respatller.
- Partint de la consideració que l'estructura es totalment rígida, la força de tracció serà igual a la força aplicada.
- Es tindrà en compte el pitjor dels casos per als càlculs, és a dir:
 - Malgrat que a la normativa UNE estipula que l'esforç estàtic a aplicar al respatller és de 560 N, per a dimensionar els cargols es prendrà una càrrega superior de **F = 2.000 N**, ja que fent un ús normal de la cadira si es podria arribar a produir una càrrega de 560 N, o el que es el mateix, uns 56 kg. En canvi és altament improbable que el respatller arribi mai a estar sotmès a 2.000N.
- A més cargols, més repartida quedarà la força.
- A major distància entre els cargols, més repartida quedarà la força.
- Es prendran cargols d'alta qualitat (grau 8.8), ja que no requereixen estar pre-tensats ni que les superfícies en contacte estiguin preparades de manera especial.

8.4.2.1 Càlcul a tallant

La resistència a tallant del cargol ha de ser, lògicament, major que la força de cisalla aplicada. Per donar un ampli marge de seguretat es suposarà que la resistència a tallant del cargol ha de ser el doble que la força aplicada ($FS = 2$). Per tant, seguint l'expressió que determina la resistència a cisalla d'un cargol (expressió vàlida si el pla de tall passa per la part roscada del cargol, com serà el cas):

$$F_{v,Rd} = \frac{N * 0.6 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{Mb}}$$

On:

- N és el número de cargols
- $F_{v,Rd}$ és la resistència a tallant del cargol, per tant 4 kN (el doble que la aplicada)
- f_{ub} és la tensió última a tracció del cargol
- A_s és l'àrea resistent a tracció del cargol
- γ_{Mb} és el coeficient parcial de seguretat, per cargols el valor és de 1,25

Valores nominales del límite elástico f_{yb} y de la resistencia a tracción última f_{ub} de tornillos							
Tipo de tornillo	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Així, tenim que per un cargol, l'àrea resistent a tracció necessària per a suportar la força aplicada seria de:

$$A_s = \frac{F_{v,Rd} * \gamma_{Mb}}{N * 0.6 * f_{ub}} = \frac{4.000N * 1.25}{1 * 0.6 * 800} = 10,42 \text{ mm}^2$$

Mirant els valors de la següent taula mirem a quin mètric pertany l'àrea resistent obtinguda:

Designación	Diámetro nominal		Paso		Diámetro Francos d2 (mm)	Diámetro Núcleo d3 (mm)	Area Núcleo A3 (mm²)	Area Resistente As (mm²)
	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)				
M 2 x 0,4	2	0,08	0,4	0,02	1,742	1,509	1,788	2,075
M 2,2 x 0,45	2,2	0,09	0,45	0,02	1,91	1,648	2,133	2,486
M 2,3 x 0,4	2,3	0,09	0,4	0,02	2,042	1,809	2,57	2,912
M 2,5 x 0,45	2,5	0,1	0,45	0,02	2,21	1,948	2,98	3,395
M 2,6 x 0,45	2,6	0,1	0,45	0,02	2,31	2,048	3,294	3,729
M 3 x 0,5	3	0,12	0,5	0,02	2,677	2,387	4,475	5,035
M 3,5 x 0,6	3,5	0,14	0,6	0,02	3,113	2,764	6	6,782
M 4 x 0,7	4	0,16	0,7	0,03	3,548	3,141	7,749	8,785
M 4,5 x 0,75	4,5	0,18	0,75	0,03	4,016	3,58	10,066	11,329
M 5 x 0,8	5	0,2	0,8	0,03	4,484	4,019	12,686	14,196

El següent valor major de 10,42 mm² pertany a un M4,5. És a dir, seria necessari un sol cargol M4,5 per a suportar 4kN a cisalla.

Donat que aquest tamany és molt poc comú, s'usaran **2 cargols DIN 7991 M4 a cada banda del respatller**, ja que per mantenir el respatller a lloc sense que caigui enrere són necessaris com a mínim 2 cargols per cada costat del respatller. La separació entre ells serà lo més gran possible dins de lo que el model 3D permeti, per tal de compensar el moment torçor generat per la força F.

Per a comprovar que realment els cargols de M4 suportaran sobradament aquest esforç, calculem la resistència a tallant que proporcionaran els 4 DIN 7991:

$$F_{v,Rd} = \frac{N * 0.6 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{Mb}} = \frac{4 * 0.6 * 800 * 8,785}{1.25} = 13.493,76 \text{ kN}$$

Els 4 cargols M4 són capaços de suportar un esforç de cisalla de més de 13kN, molt superior al valor de 2kN que s'ha suposat.

Per càlculs es podrien usar cargols més petits, però per qüestions de muntatge un mètric més petit no és pràctic.

8.4.2.1 Càlcul a tracció

La resistència a tracció del cargol ha de ser, de la mateixa manera que en el cas de cisalla, major que la força de tracció aplicada. Es donarà el mateix factor de seguretat de 2, per tant seguint l'expressió que determina la resistència a tracció d'un cargol:

$$F_{t,Rd} = \frac{N * 0.9 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{Mb}}$$

On:

- N és el número de cargols
- $F_{t,Rd}$ és la resistència a tallant del cargol, per tant 4kN (el doble que la aplicada)
- f_{ub} és la tensió última a tracció del cargol
- A_s és l'àrea resistent a tracció del cargol
- γ_{Mb} és el coeficient parcial de seguretat, per cargols el valor és de 1,25

Valores nominales del límite elástico f_{yb} y de la resistencia a tracción última f_{ub} de tornillos							
Tipo de tornillo	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Així, tenim que per un cargol, l'àrea resistent a tracció necessària per a suportar la força aplicada seria de:

$$A_s = \frac{F_{t,Rd} * \gamma_{Mb}}{N * 0.9 * f_{ub}} = \frac{4.000N * 1,25}{1 * 0.9 * 800} = 6,94 \text{ mm}^2$$

Tornant a mirar la taula anterior tenim que el següent valor més gran de 6,94 mm² pertany a un M4. És a dir, seria necessari un sol cargol M4 per a suportar 4kN a tracció.

Per tal d'assegurar una correcta fixació de les potes amb el seient, s'usaran **4 cargols DIN 931 M4**, un per a cada extrem del seient

Per a comprovar que realment els cargols de M4 suportaran sobradament aquest esforç, calculem la resistència a tracció que proporcionaran els 4 DIN 931:

$$F_{t,Rd} = \frac{N * 0.9 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{Mb}} = \frac{4 * 0.9 * 800 * 8,785}{1,25} = 20.240,64 \text{ N}$$

Els 4 cargols M4 són capaços de suportar un esforç a tracció de més de 20kN, molt superior al valor de 2kN que s'ha suposat.

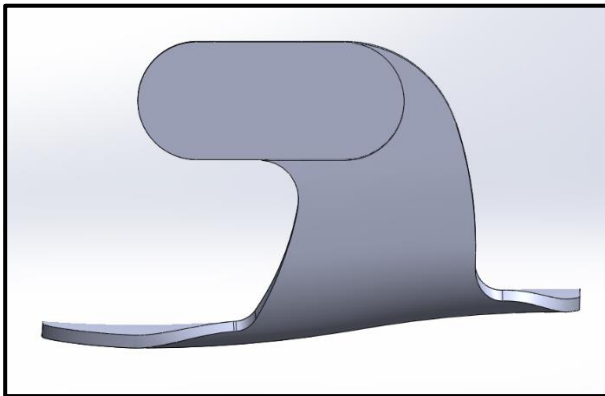
De nou, per càlculs es podrien usar cargols més petits, però per qüestions de muntatge un mètric més petit no és pràctic.

9. Modelat 3D de la gama de mobiliari

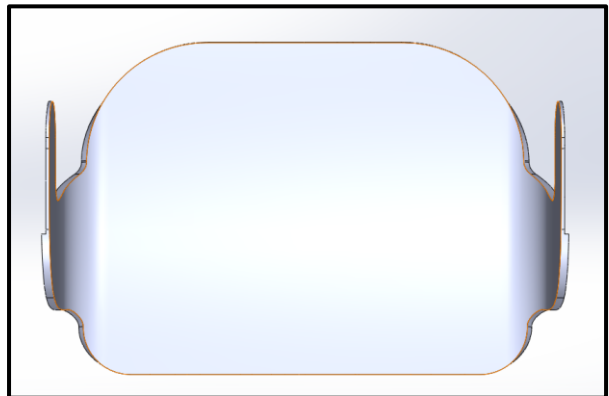
A continuació s'adjunten un seguit d'imatges de la primera iteració vàlida de la gama de cadiat, amb la corresponent explicació de les consideracions de disseny orientades tant a comoditat com a fabricació que s'han tingut en compte.

Per a modelar la gama s'ha utilitzat el mòdul de superfícies, amb el que no tenia cap mena d'experiència prèvia. Previ a la versió que s'observarà, s'havien fet bastants models però donat a aquesta inexperiència cap d'ells ha acabat resultant vàlid.

Els errors més destacables es poden observar al seient:



Il·lustració 70: Perfil seient cadira



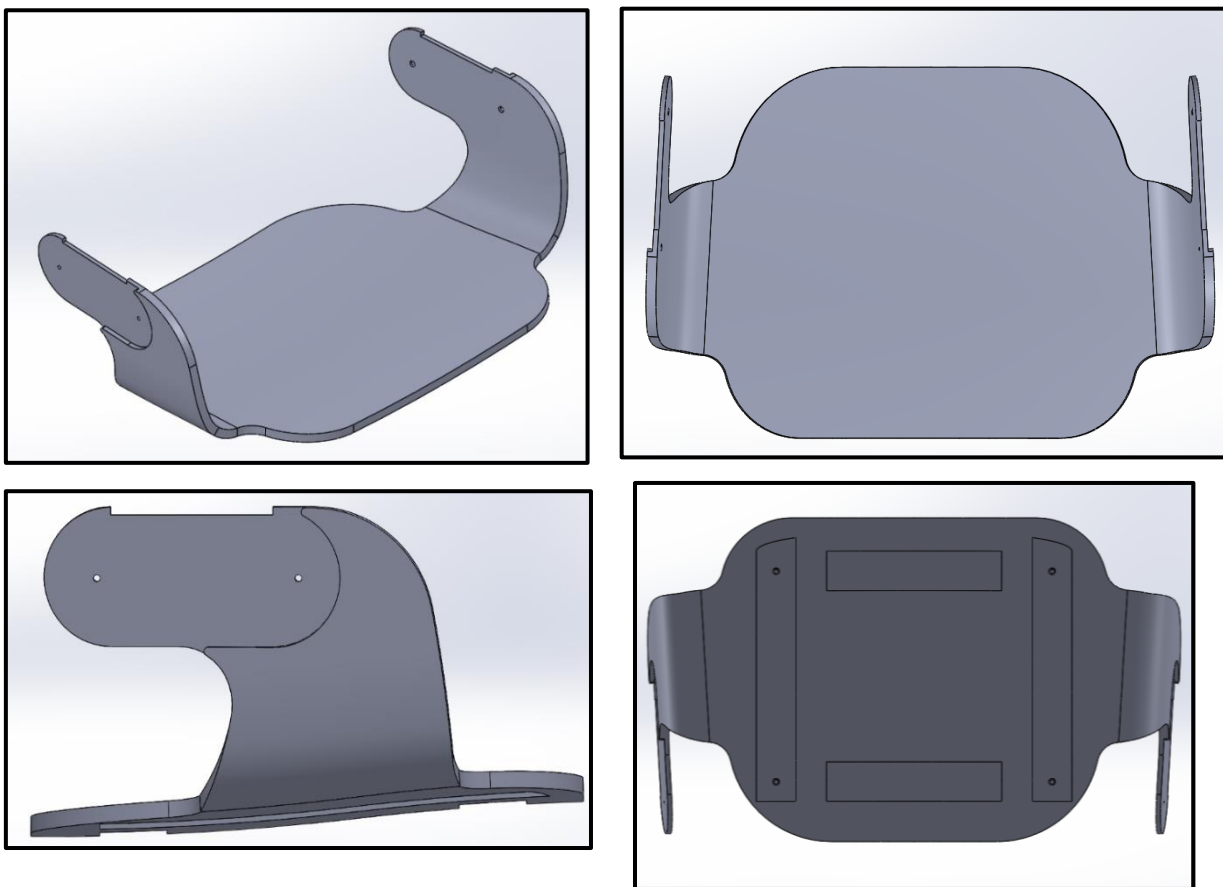
Il·lustració 71: Planta seient cadira

- Cantons vuis
- Radis massa pronunciats a la base (model previ a l'apartat 8. Dimensionat d'elements de la gama de cadiat)
- Rebaix a l'aleta a diferents profunditats
- Orientació de les aletes dificulta i encareix la fabricació del respatl·ler (explicació posterior)

Tenint en compte aquests errors i més detalls de menor importància, es va passar a fer una versió corregida, apte per a ser simulada.

9.1 Cadira

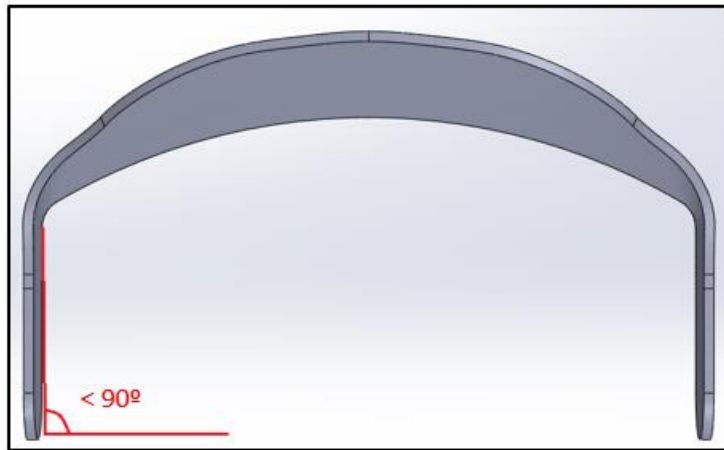
Seient



Il·lustracions 72 - 75: Vistes seient cadira

Correccions i consideracions de disseny

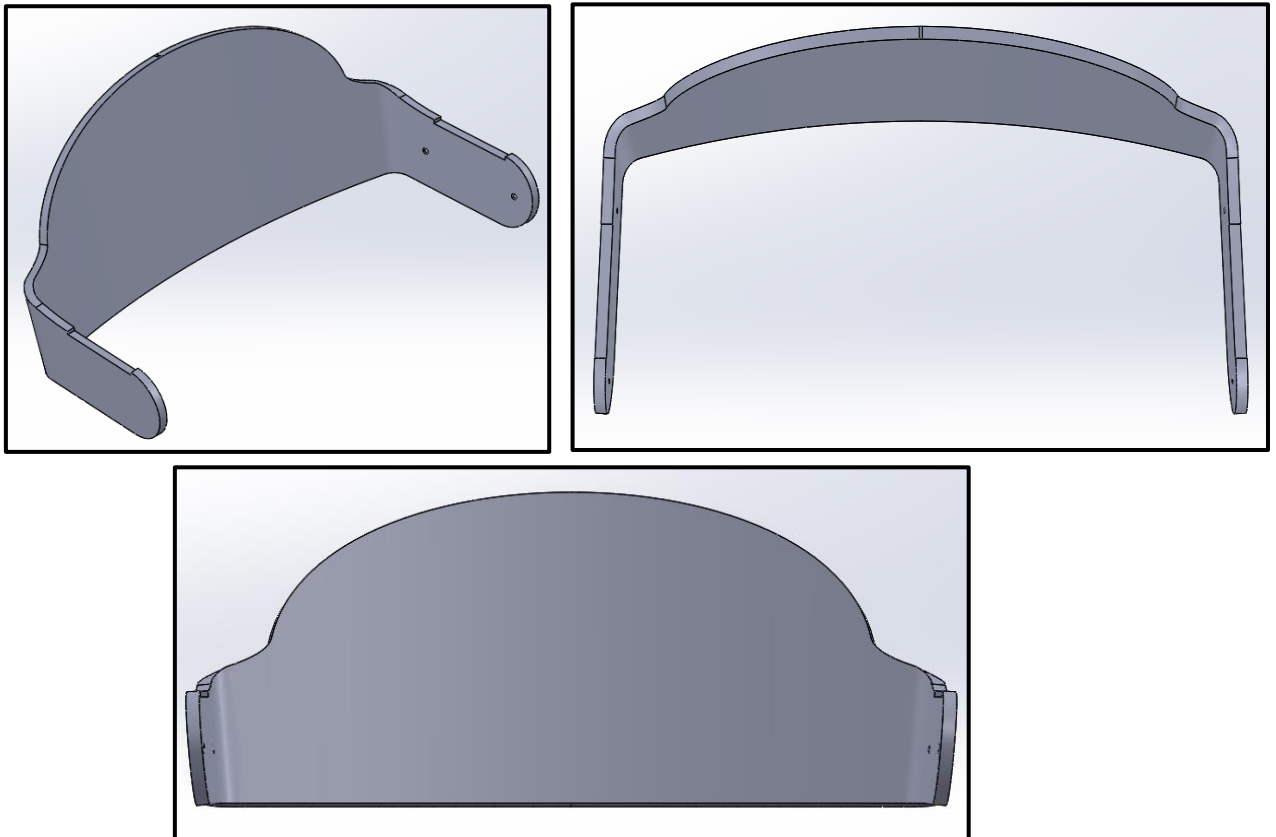
- Rebaix uniforme a les aletes per a facilitar el muntatge i centratge del respatl·ler amb el seient.
- Separació en superfícies del seient. Es diferencia la superfície de seient útil, dividida per les superfícies que constitueixen les aletes (separades per aresta visible en el model 3D).
- Suavitzat dels radis de la base del seient.
- Rebaix a la part inferior de la base per a facilitar el muntatge de les potes i assegurar una superfície plana d'unió.
- Marge de separació entre la part posterior del seient i el rebaix del final de les potes, per tal que aquestes no sobresurtin i siguin visibles.
- Rebaix a la part superior de les aletes per al muntatge del reposa braços.
- Aletes orientades cap a l'interior. Aquesta consideració és purament de fabricació, com ja s'ha vist a l'apartat de mètodes de fabricació. Si les aletes del seient estiguessin orientades cap a l'exterior (com es pot observar a la imatge de la versió prèvia), obligaria a les aletes del respatl·ler a "tancar" formant un angle de més de 90 graus respecte l'horitzontal. En la següent imatge s'entén millor el problema:



Il·lustració 76: Angle orientació aleta respall

Aquest fet implicaria que no es pogués fabricar el respall amb una premsa convencional i amb un motlle que tant sols comptés amb un mascle i una femella, ja que les aletes no quedarien premsades correctament. Seria necessària una premsa amb actuadors laterals per assegurar que tant el respall com les aletes quedessin premsats uniformement, cosa que dispararia el preu del projecte.

Respatller

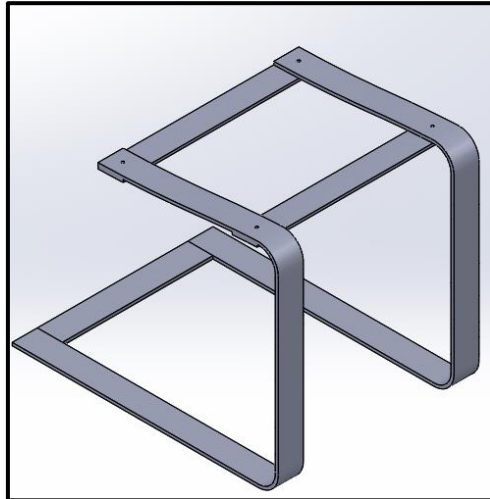


Il·lustracions 77 - 79: Vistes respall cadira

Correccions i consideracions de disseny

- Corbes tangents donen al disseny fluïdesa.
- Forats pels inserts cecs, per tal d'oferir un aspecte net i elegant.
- Rebaix pel reposa braços.
- Aletes orientades cap a fora (menys de 90° respecte la imatge on es mostrava el problema).

Potes

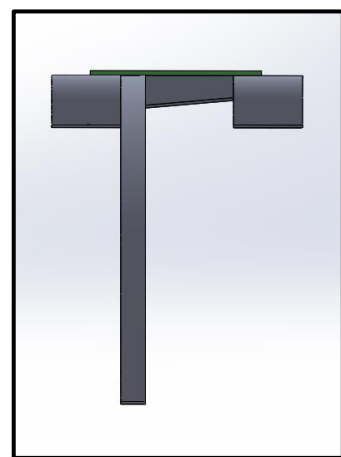
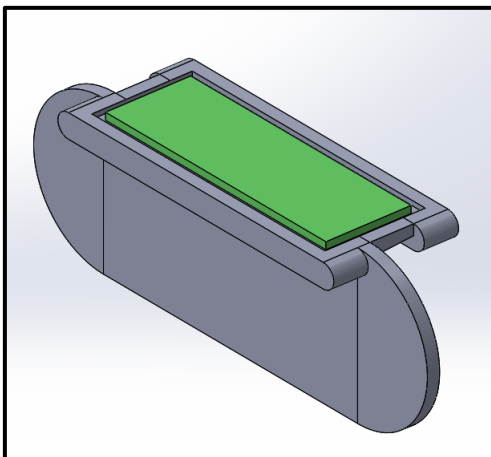


Il·lustració 80: Potes cadira

Correccions i consideracions de disseny

- Radis de curvatura grans per minimitzar les tensions.
- Reforç tant al final de les potes com a la part del seient, amb la fi d'atorgar rigidesa a l'estructura.
- Separació entre brides lo major que permet el model 3D del seient.

Reposa braços + contra

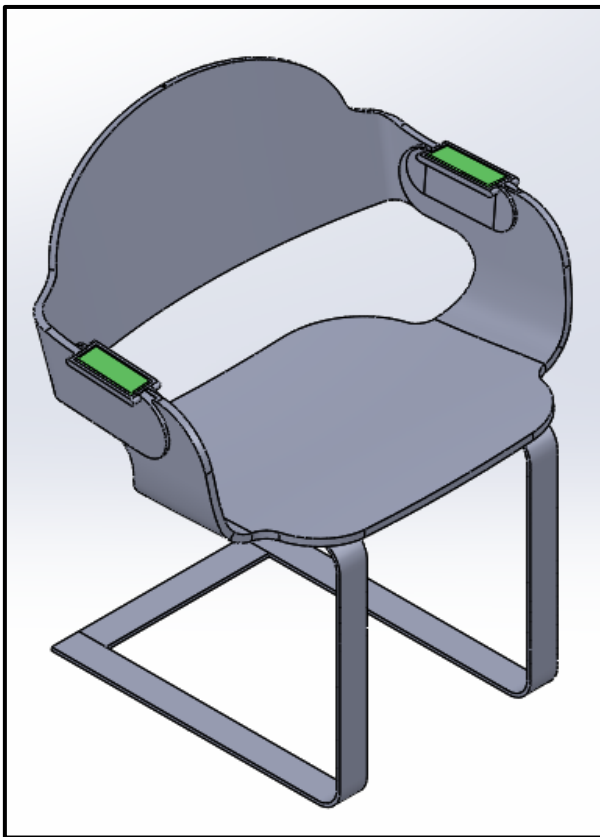


Il·lustracions 81 i 82: Reposa braços cadira

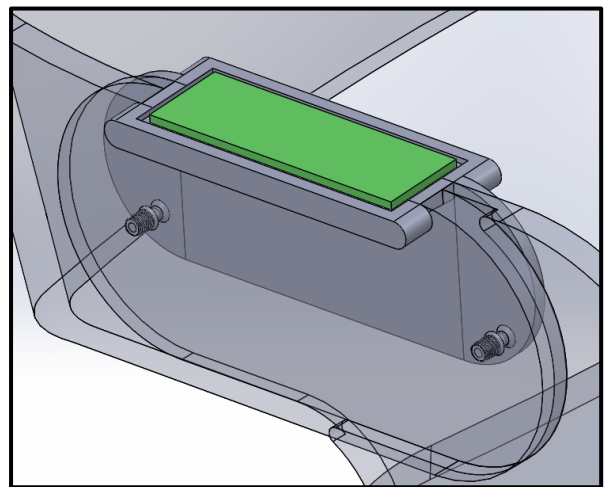
Correccions i consideracions de disseny

- Superfície de contacte amb l'avantbraç plana.
- Superfície de contacte amb l'estructura respall – seient de tal manera que quedi encaixada i no sobresurti.
- La pròpia estructura del reposa braços està dissenyada per ocultar el cap dels cargols DIN 7991.
- Estètica d'acord amb el disseny general de la cadira, amb geometries corbes i sempre tangents.

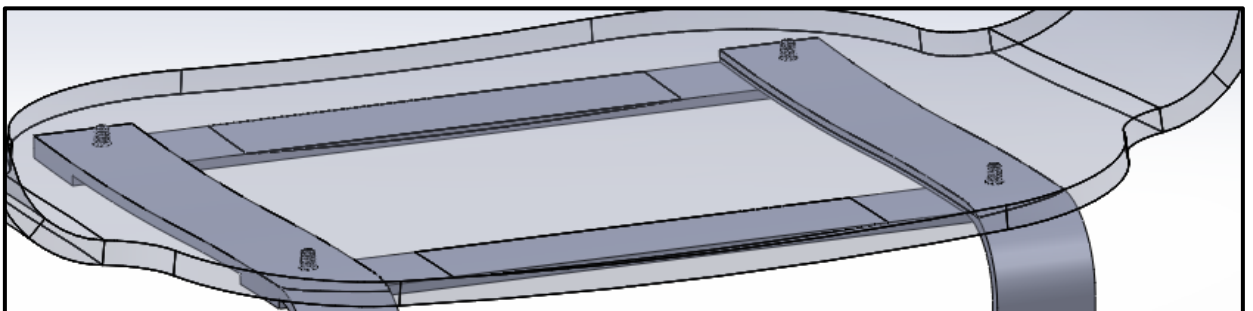
Conjunt cadira



Il·lustració 83: Isomètric conjunt cadira



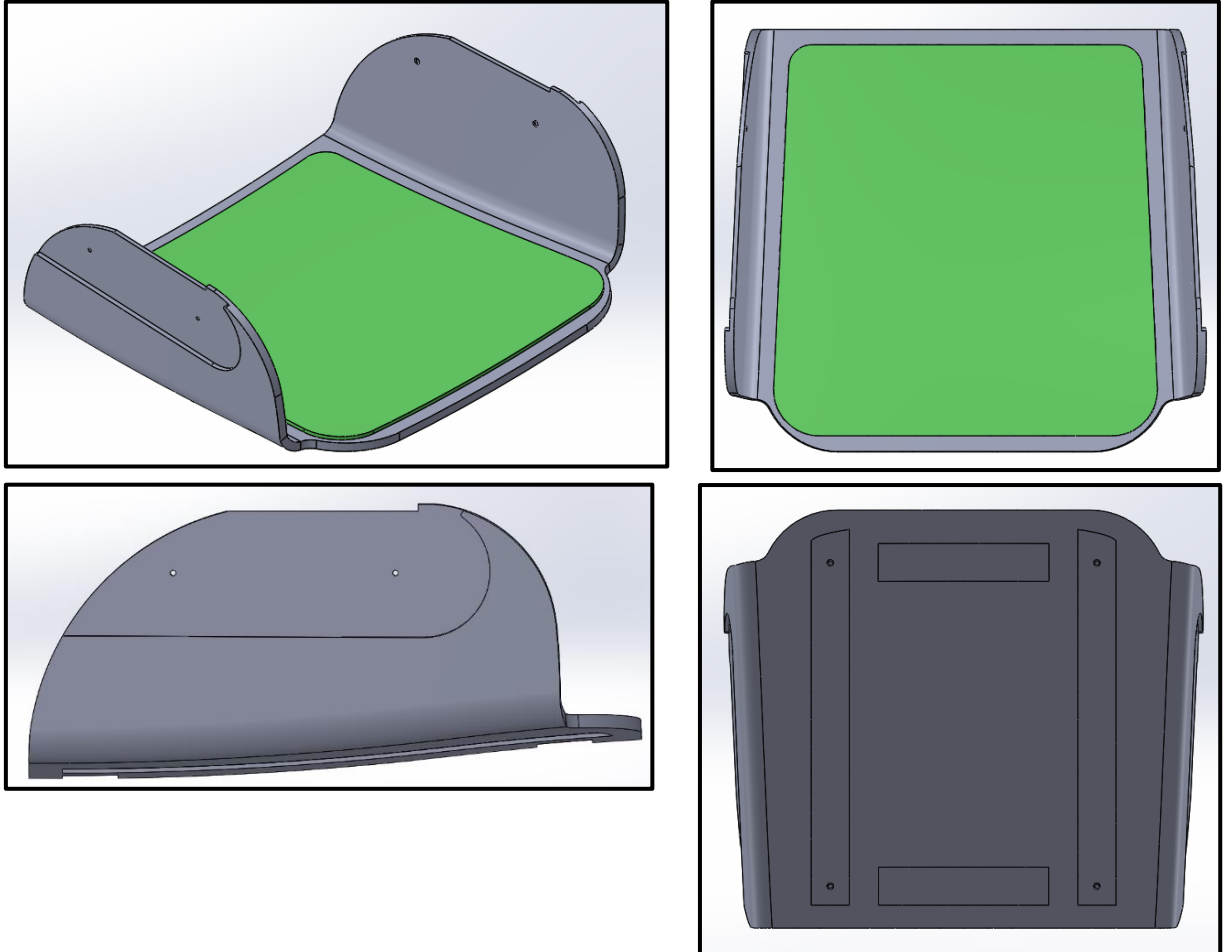
Il·lustració 84: Detall unió respall - seient



Il·lustració 85: Detall unió seient - potes

9.2 Butaca

Seient + contra

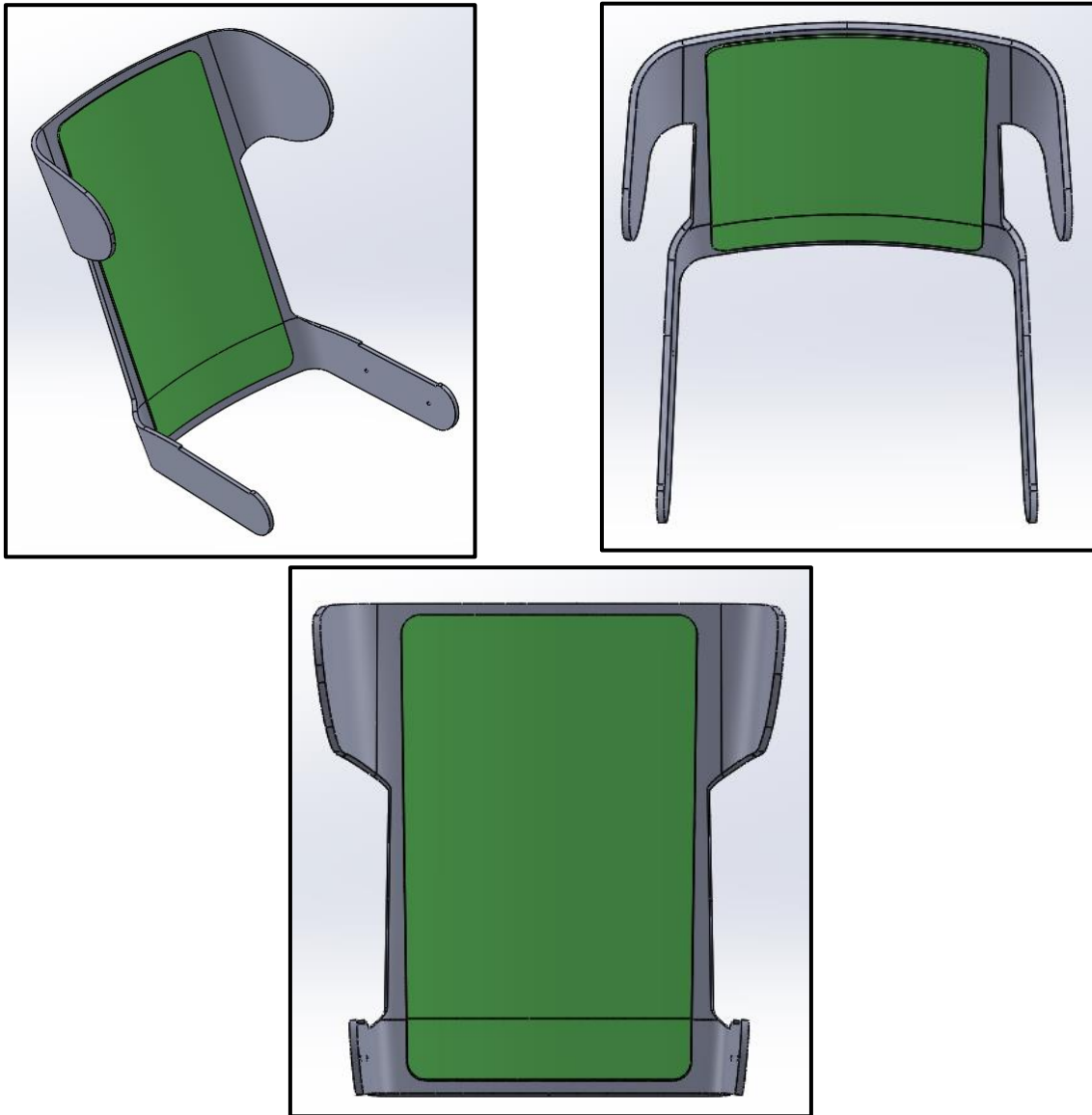


Il·lustracions 86 - 89: Vistes seient butaca

Consideracions de disseny

- Rebaix uniforme a les aletes per a facilitar el muntatge i centratge del respatl·ler amb el seient.
- Separació en superfícies del seient. Es diferencia la superfície de seient útil, dividida per les superfícies que constitueixen les aletes (separades per aresta visible en el model 3D).
- Rebaix a la part inferior de la base per a facilitar el muntatge de les potes i assegurar una superfície plana d'unió.
- Marge de separació entre la part posterior del seient i el rebaix del final de les potes, per tal que aquestes no sobresurtin i siguin visibles.
- Rebaix a la part superior de les aletes per al muntatge del reposa braços.
- Aletes orientades cap a l'interior.

Respatller + contra

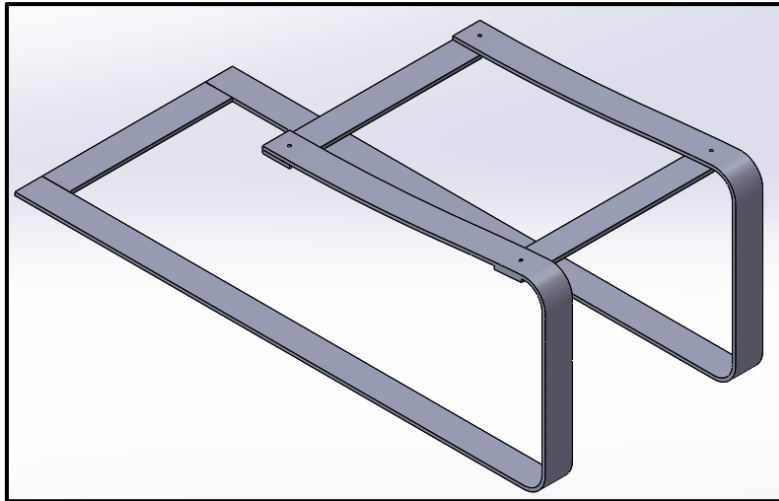


Il·lustracions 90 - 92: Vistes respatller butaca

Consideracions de disseny

- Respatller separat en superfícies. Es diferencia la superfície útil del respatller, dividida per les superfícies que constitueixen les aletes (superfície d'unió amb el seient) i les superfícies de les "orelles" (aletes superiors).
- Corbes tangents donen al disseny fluïdesa.
- Forats pels inserts cecs, per tal d'oferir un aspecte net i elegant.
- Rebaix pel reposa braços.
- Aletes orientades cap a fora.

Potes

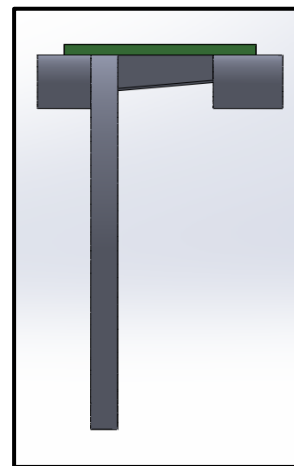
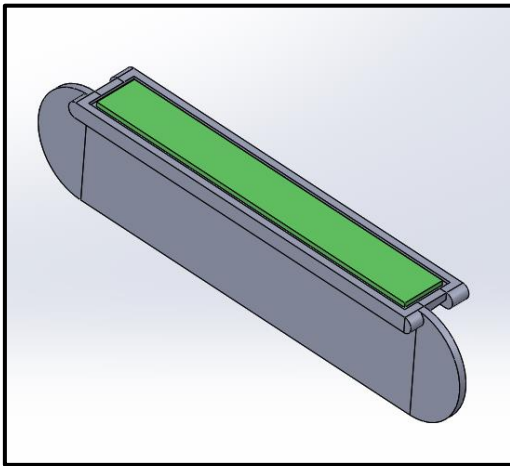


Il·lustració 93: Potes butaca

Consideracions de disseny

- Radis de curvatura grans per minimitzar les tensions.
- Reforç tant al final de les potes com a la part del seient, amb la fi d'atorgar rigidesa a l'estructura.
- Separació entre brides lo major que permet el model 3D del seient.

Reposa braços + contra

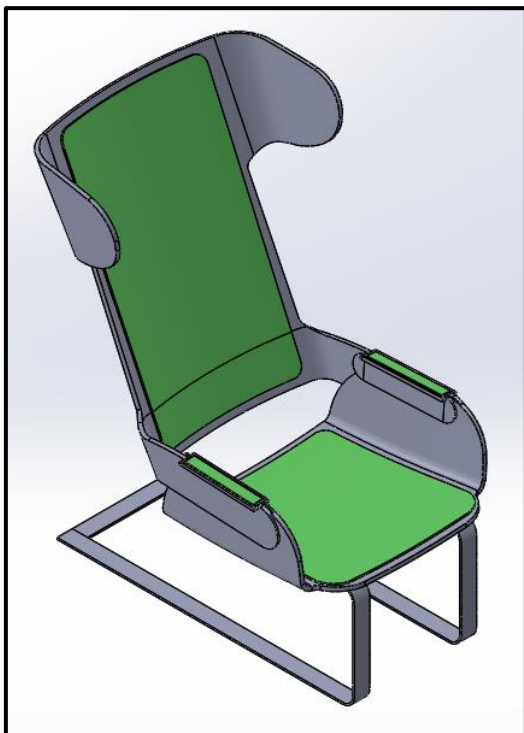


Il·lustracions 94 i 95: Reposa braços butaca

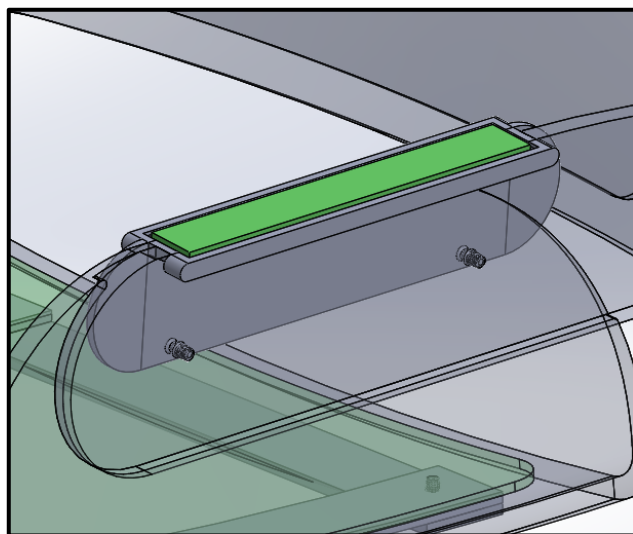
Consideracions de disseny

- Superfície de contacte amb l'avantbraç plana.
- Superfície de contacte amb l'estructura respatl·ler – seient de tal manera que quedi encaixada i no sobresurti.
- La pròpia estructura del reposa braços està dissenyada per ocultar el cap dels cargols DIN 7991.
- Estètica d'acord amb el disseny general de la cadira, amb geometries corbes i sempre tangents.

Conjunt butaca



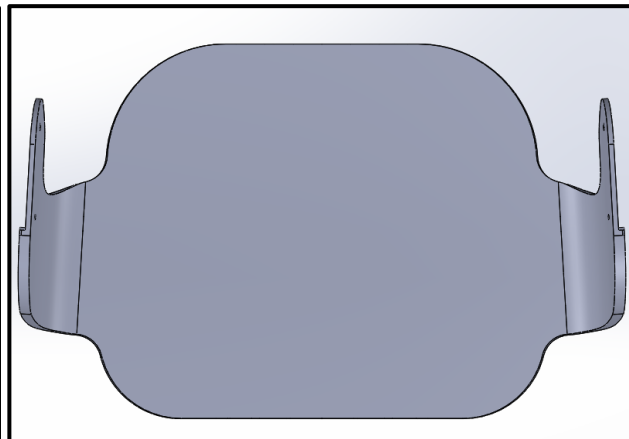
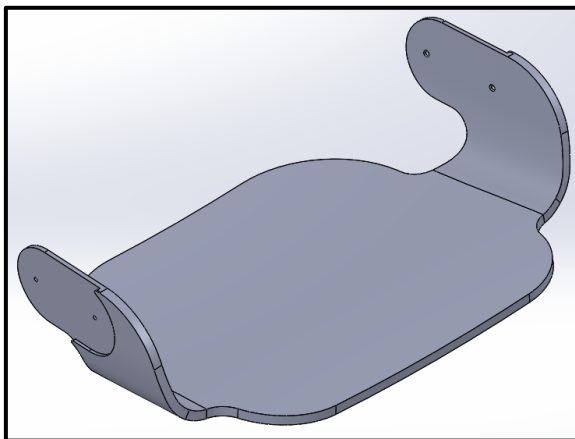
Il·lustració 96: Isomètric butaca

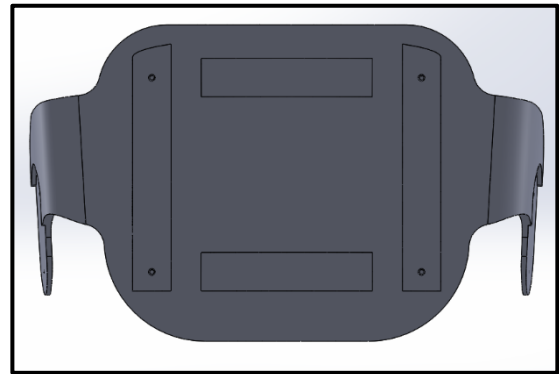
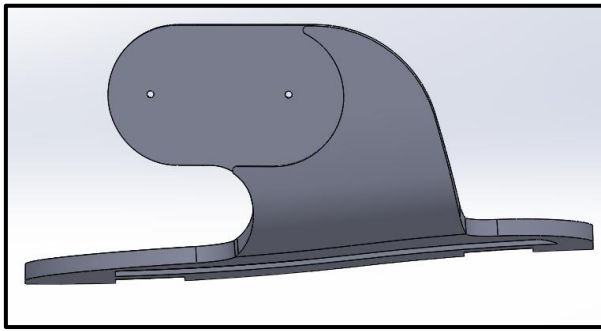


Il·lustració 97: Detall unió respall – seient i seient - potes

9.3 Tamboret

Seient



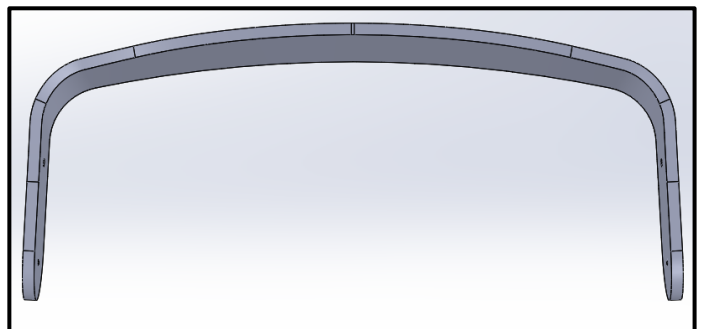
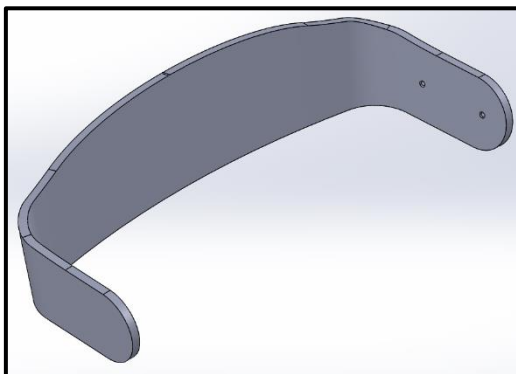


Il·lustracions 98 - 101: Vistes seient tamboret

Consideracions de disseny

- Rebaix uniforme a les aletes per a facilitar el muntatge i centratge del respalller amb el seient.
- Separació en superfícies del seient. Es diferencia la superfície de seient útil, dividida per les superfícies que constitueixen les aletes.
- Rebaix a la part inferior de la base per a facilitar el muntatge de les potes i assegurar una superfície plana d'unió.
- Marge de separació entre la part posterior del seient i el rebaix del final de les potes, per tal que aquestes no sobresurtin i siguin visibles.
- Rebaix a la part superior de les aletes per al muntatge del reposa braços.
- Aletes orientades cap a l'interior.

Respatller

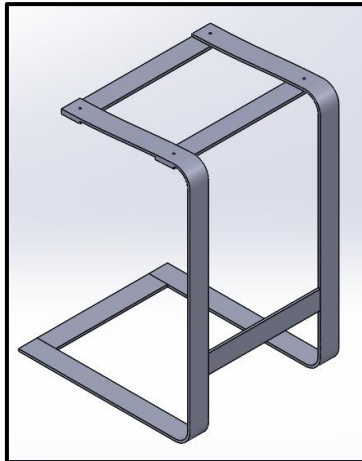


Il·lustracions 102 i 103: Vistes respalller tamboret

Correccions i consideracions de disseny

- Corbes tangents donen al disseny fluïdesa.
- Forats pels inserts cecs, per tal d'oferir un aspecte net i elegant.
- Aletes orientades cap a fora (menys de 90° respecte la imatge on es mostrava el problema).

Potes

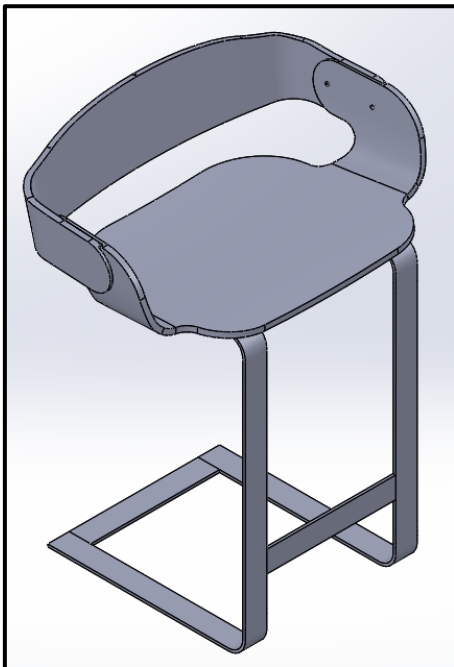


Il·lustració 104: Potes tamboret

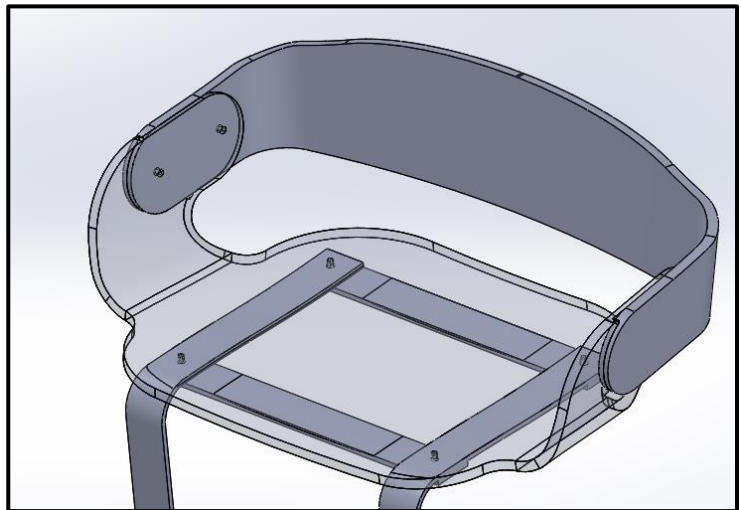
Consideracions de disseny

- Radis de curvatura grans per minimitzar les tensions.
- Reforç tant al final de les potes com a la part del seient, amb la fi d'atorgar rigidesa a l'estructura.
- Separació entre brides lo major que permet el model 3D del seient.

Conjunt tamboret



Il·lustració 105: Isomètric tamboret



Il·lustració 106: Detall unió respall - seient i seient - potes

10. Simulació de la gama de mobiliari

En aquest apartat es comprovarà si el modelat 3D del mobiliari és capaç de suportar les càrregues estipulades a la normativa UNE 11020-2:1992 (Resistència estructural i estabilitat).

Per a simular els models 3D s'utilitzarà el mòdul "simulation" de SolidWorks, capaç de donar resultats per a estudis estàtics i de fatiga. Aquest software, però, no és capaç de donar resultats respecte a l'estabilitat dels models 3D. En els casos en que no es pugui fer l'assaig exacte estipulat a la normativa, s'adaptarà per a fer una aproximació que tingui sentit i sigui conseqüent.

Els elements seran simulats individualment, és a dir, es prendran les potes, el respatller i el seient de cada component de la gama per separat (*) i se li aplicaran les càrregues estàtiques i a fatiga segons normativa. El punt d'aplicació de la càrrega, però, serà al punt més desfavorable de cada cos. D'aquesta manera es garanteix que en qualsevol altre punt el component suportarà la càrrega aplicada.

Es simularan els components de la gama per components (potes, respatller, seient), d'aquesta manera s'evidenciarà més com repercuteix la càrrega segons les variacions dimensionals de cada un d'ells.

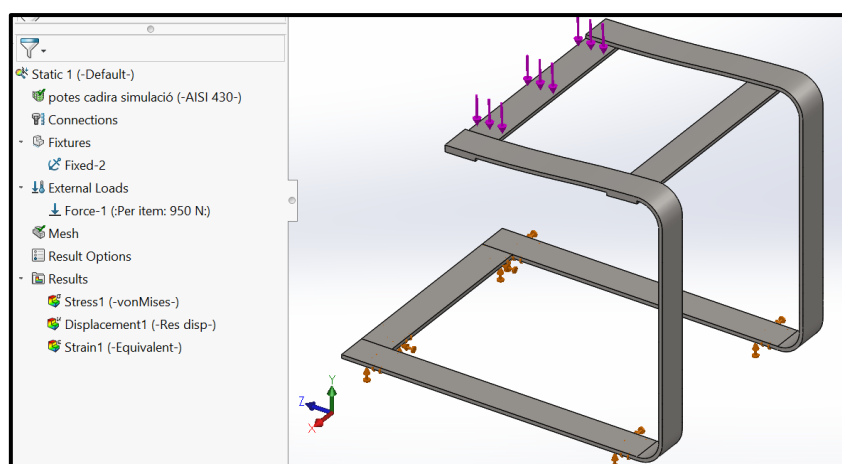
(*) NOTA: l'estudi dels components es realitzarà per separat per a simplificar els processos a executar pel programa i poder aplicar un mallat adequat a cada component segons les seves característiques.

10.1 Estudi estàtic

10.1.1 Potes

Es començarà per simular les potes, ja que és el component de l'estructura que major càrrega ha de suportar. Donat que la normativa UNE orienta les condicions de càrrega a una estructura muntada, es prendran les condicions de càrrega del seient per a les potes, ja que un cop muntat la càrrega al seient repercuteix directament a les potes.

Tant el material, com la càrrega, i els punts de fixació són els mateixos per a les tres potes. Per tant les condicions prèvies per a simular les potes són les següents:



Il·lustració 107: Condicions inicials simulació potes

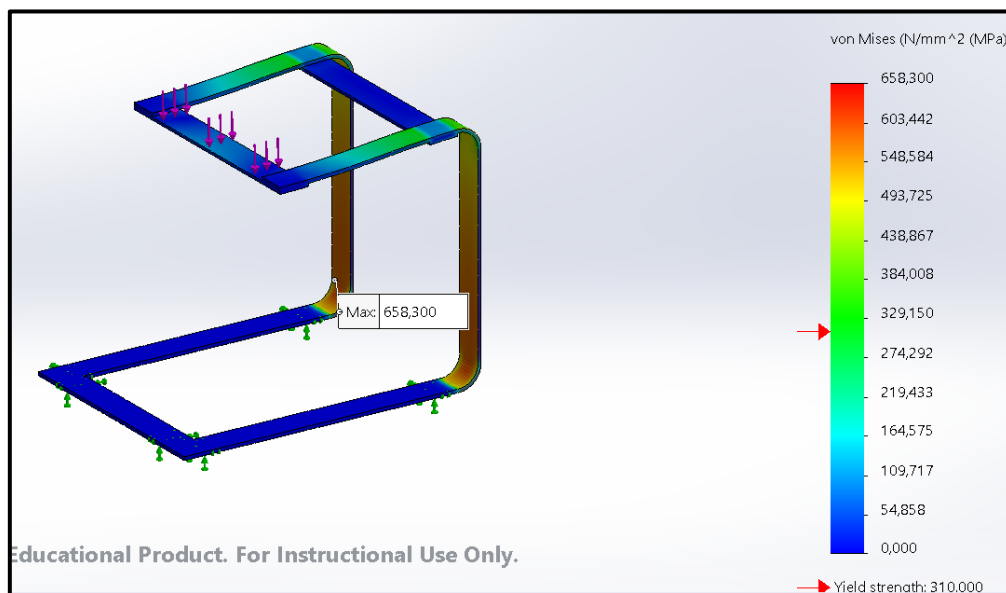
- Material: AISI – 430.
 - Límit elàstic: 310 MPa
- Fixacions (en taronja): part en contacte amb el terra de les potes fixada. Es pot observar com l'aresta abans de la zona vertical de les potes separa les superfícies.
- Càrrega (en lila): 950 N.
- Distribució de la càrrega: uniforme al llarg de la brida posterior. Aquest és el punt més desfavorable de les potes, ja que és el que genera major moment en el que aparentment pot ser el punt crític de l'estructura: el radi inferior.
- Malla: tetraedres de 5mm.

Així mateix s'han eliminat de les potes les característiques geomètriques que poden falsejar el resultat o complicar la simulació (forats dels cargols DIN 933 i reposapeus). L'eliminació d'aquests elements no altera el resultat mentre que facilita la feina al software.

La meua hipòtesi prèvia a simular és que pot donar-se certa deformació plàstica en l'estructura. Es possible que just al punt d'aplicació de la càrrega s'hi produeixi un desplaçament de mil·límetres.

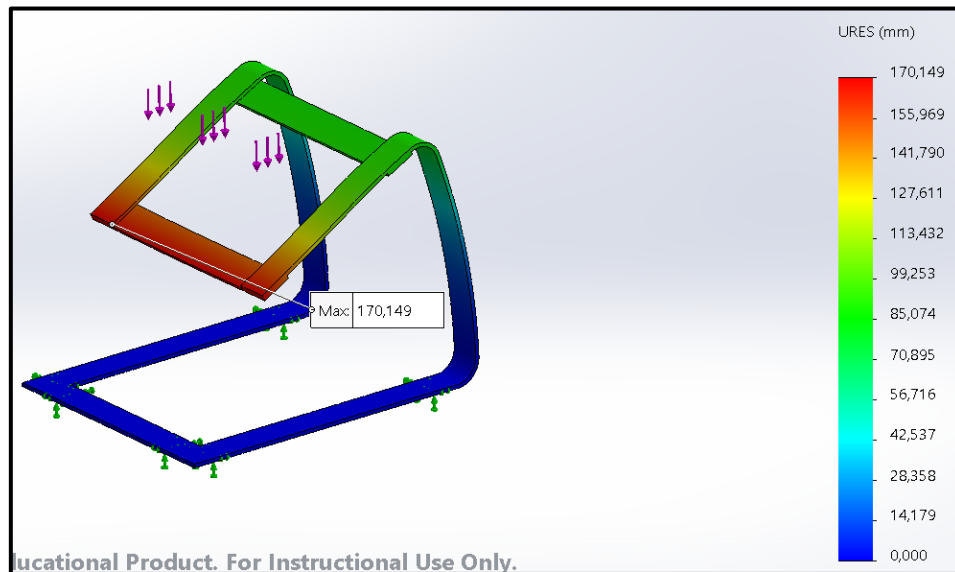
10.1.1.1 Cadira

Comencem per analitzar els resultats de tensió segons el criteri de Von Misses:



Il·lustració 108: Resultats Von Misses simulació potes cadira

Tal i com es pot observar a l'extrem inferior dret de la imatge, el límit elàstic de l'acer inoxidable AISI – 430 és de 310 MPa, mentre que el pic màxim obtingut després d'aplicar les condicions mencionades anteriorment és de 658,3 MPa, situat a la regió que s'havia suposat a la hipòtesi. Per tant, les potes de la cadira pateixen una deformació plàstica ja que es supera per més del doble el seu límit elàstic. Tot seguit passem a comprovar de quant és aquesta deformació.



Il·lustració 109: Deformació simulació potes cadira

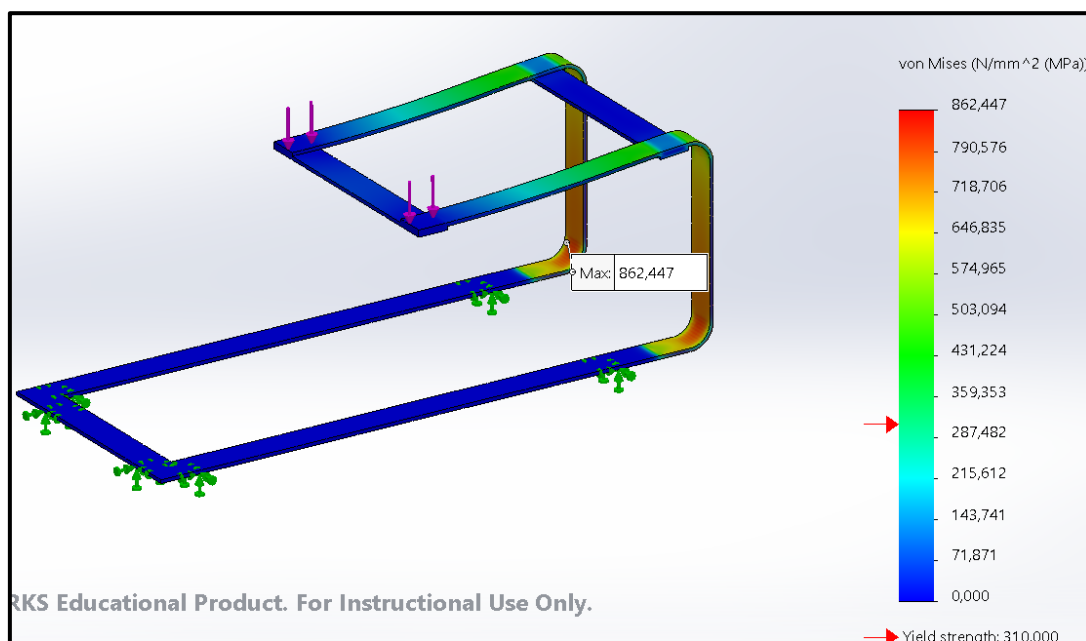
Tal i com es pot observar a la imatge, s'acaba de complir la hipòtesi plantejada respecte a les potes. Es produeix una deformació molt major a l'esperada (més de 17 centímetres), just al punt d'aplicació de la càrrega.

Per tant és evident que les potes de la cadira necessitaran algun tipus de reforç per evitar una deformació d'aquesta magnitud.

El més probable és que es produeixi el mateix resultat a les potes de la butaca i del tamboret, tot i que amb valors de deformació diferents.

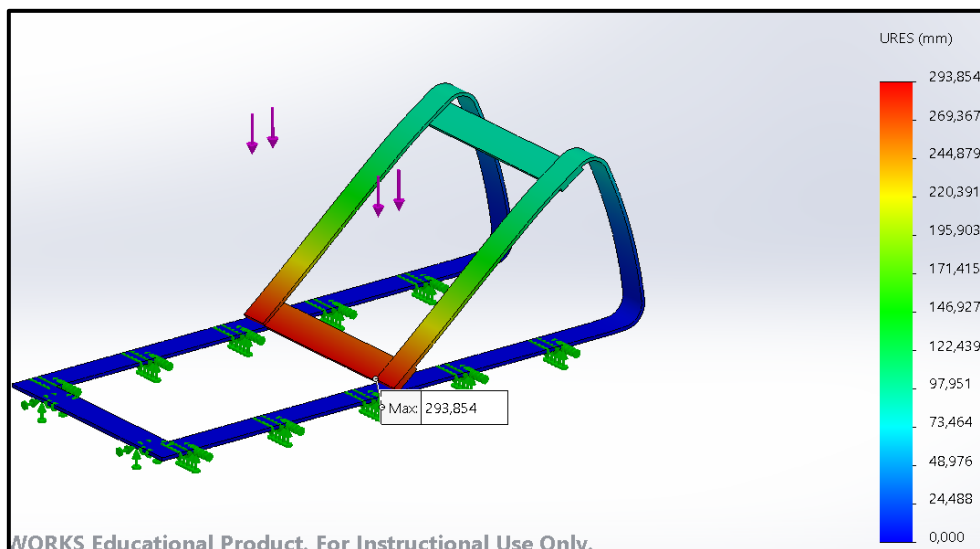
10.1.1.2 Butaca

De nou, analitzem primer el resultat de la tensió Von Mises:



Il·lustració 110: Resultats Von Mises simulació potes butaca

En aquest cas s'observa com el límit elàstic de l'AISI - 430 es pràcticament triplicat (862,45 MPa) al mateix punt que en les potes de la cadira. El fet que la magnitud sigui major en aquest cas és degut a que la brida posterior (on s'aplica la força) està a major distància del punt crític que en el la cadira, per tant el moment generat en aquest punt és major. Així doncs a les potes de la butaca també es produeix una deformació plàstica, i major que en el cas anterior:

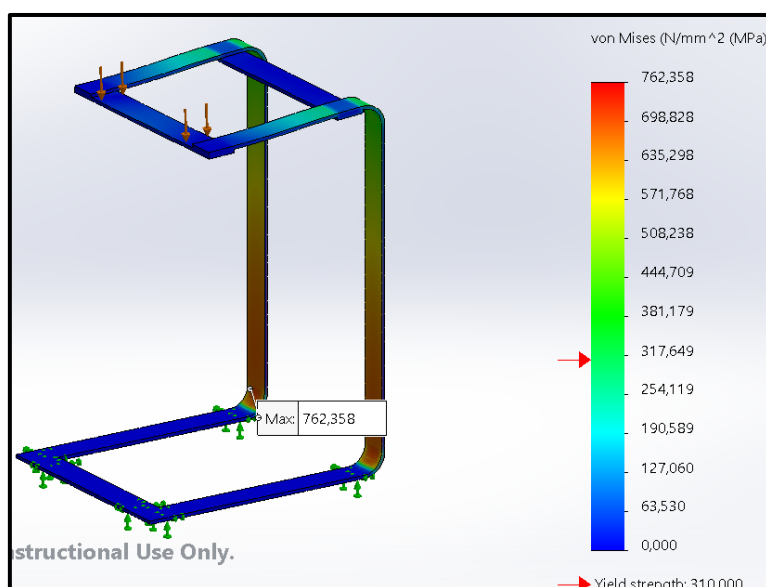


Il·lustració 111: Deformació simulació potes butaca

Tal i com es pot observar a la imatge, en aquest cas la deformació és de 293,85 mil·límetres, és a dir, pràcticament 30 centímetres. Tal i com es suposava, les potes de la butaca també requeriran d'un reforç en la regió de la brida posterior per a evitar aquesta deformació.

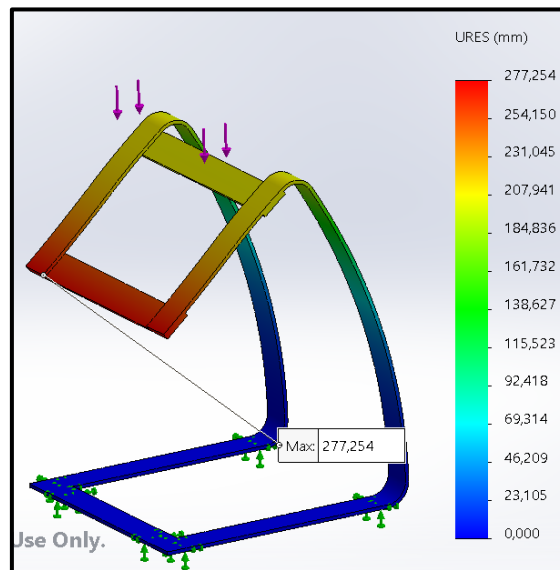
10.1.1.2 Tamboret

Finalment passem a analitzar la tensió Von Misses resultant a les potes del tamboret:



Il·lustració 112: Resultats Von Misses simulació potes tamboret

De nou el límit elàstic de l'acer és àmpliament ultrapassat a la regió de màxim moment. Analitzem quina serà la deformació en aquest cas:



Il·lustració 113: Deformació simulació potes tamboret

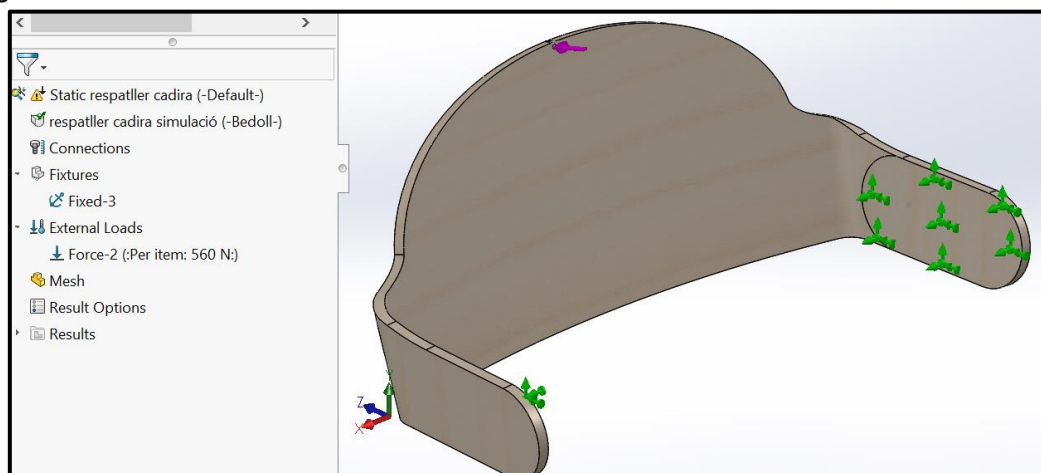
La deformació de les potes del tamboret serà de 277,25 mil·límetres.

CONCLUSIÓ

El punt crític de l'estructura de les potes és el radi on les potes pugen verticalment. Per a minimitzar la tensió en aquest punt la solució està en aplicar un punt de suport directe amb el terra al punt de màxima deformació.

10.1.2 Respatller

A continuació de l'estudi estàtic de les potes es prossegueix amb l'anàlisi del respatller. Tant el material, com la càrrega, i els punts de fixació són els mateixos per als tres respatllers. Per tant les condicions prèvies per a simular el respatller són les següents:



Il·lustració 114: Condicions inicials simulació respatller

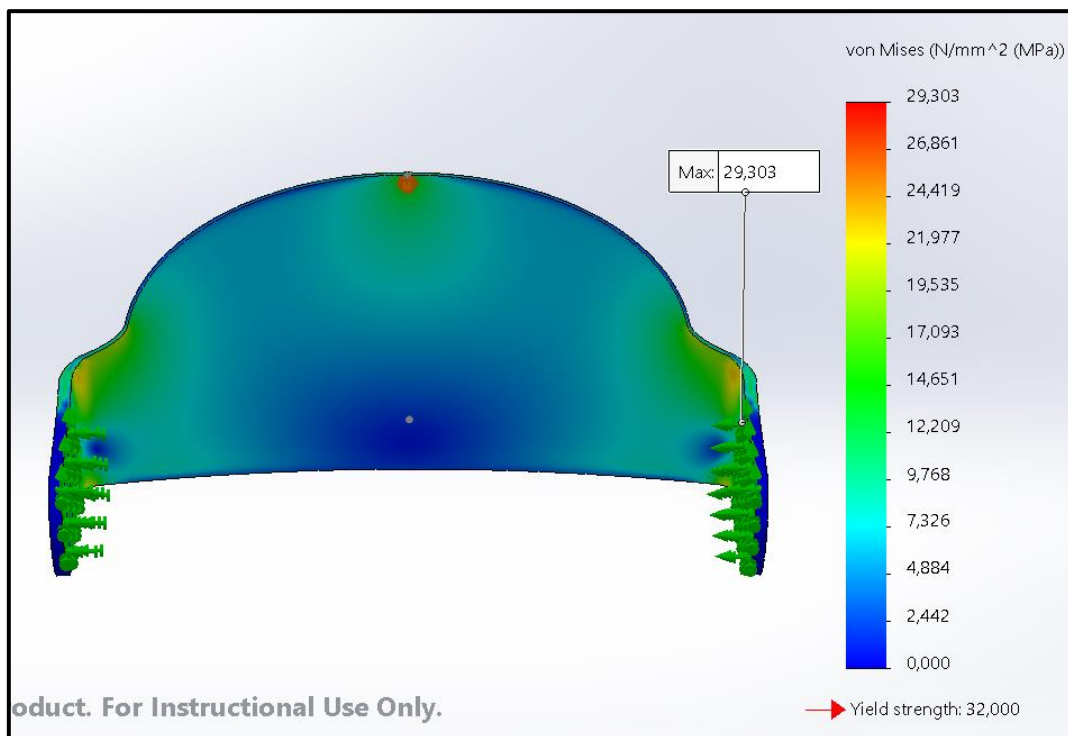
- Material: Bedoll.
 - Límit elàstic: 32 MPa
- Fixacions (en verd): part en contacte amb el seient fixada (aletes).
- Càrrega (en lila): 560 N, perpendicular a l'eix central del respalller.
- Distribució de la càrrega: Uniforme en un punt croquisat a l'eix central del respalller i a 1 mil·límetre de la vora superior. Aquest és el punt més desfavorable a aplicar la càrrega ja que és el que genera major moment en el que aparentment pot ser el punt crític d'aquest: els radis (superior i inferior) que separen les aletes de la zona útil del respalller.
- Malla: tetraedres de 5mm.

Així mateix s'han eliminat del respalller les característiques geomètriques que poden falsejar el resultat o complicar la simulació (forats dels inserts TBH i rebaix del reposa braços). L'eliminació d'aquests elements no altera el resultat mentre que facilita la feina al software.

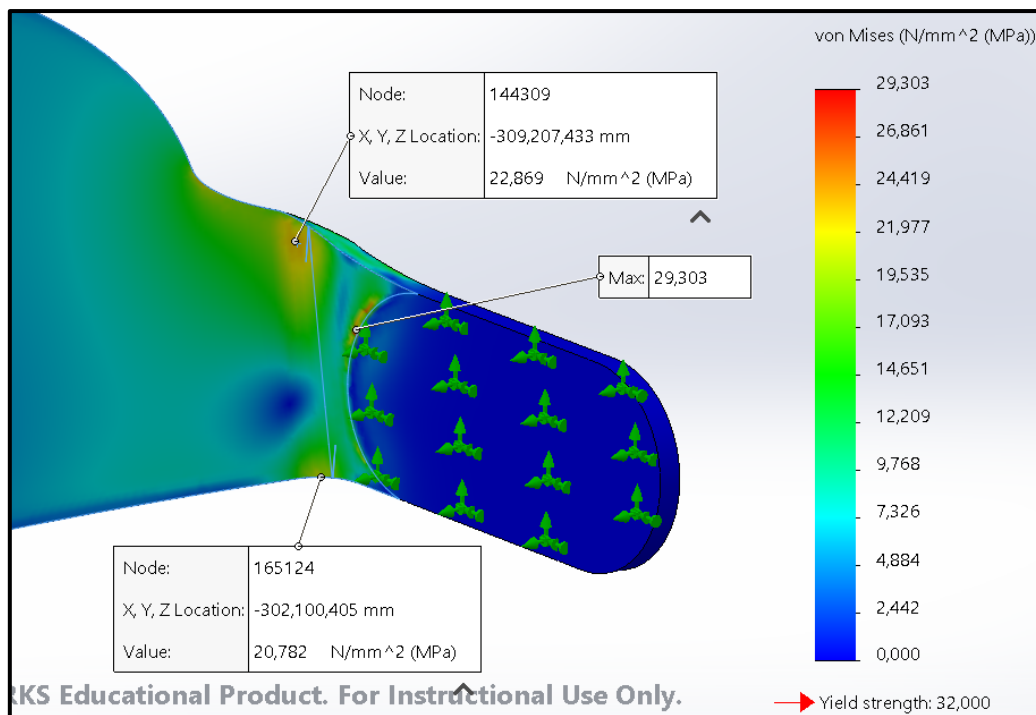
La meua hipòtesi prèvia a simular és que, donada la reduïda magnitud de la càrrega aplicada, el límit elàstic del bedoll no serà sobrepassat i per tant l'estructura complirà amb la normativa estipulada. La deformació que es produirà per tant estarà dins l'espectre elàstic.

10.1.2.1 Cadira

Comencem per analitzar els resultats de tensió segons el criteri de Von Misses:



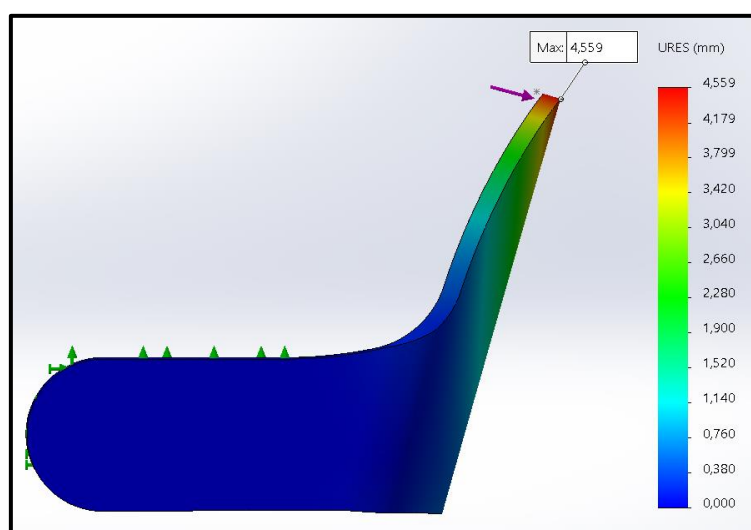
Il·lustració 115: Resultats Von Misses simulació respalller cadira



Il·lustració 116: Resultats Von Misses simulació respalller cadira

Es pot observar en la imatge superior com degut a la regió fixada, al ser una aproximació, es produeix un error puntual de lectura just a la regió límit de la superfície. En aquest punt es pot observar un valor de tensió Von Misses màxim de 29,3 MPa, que de totes maneres es inferior al límit elàstic del Bedoll. El valor màxim vàlid, però, pertany a la regió groga (nodes 144309 i 165124). En aquests dos punts s'obté un valor de 22,87 MPa (radi superior) i 20,78 (radi inferior). Aquests valors són significativament menors al límit elàstic del bedoll (32 MPa), per tant el respalller compleix amb la normativa de càrrega estàtica estipulada.

La deformació que resulta de la càrrega aplicada és la següent:

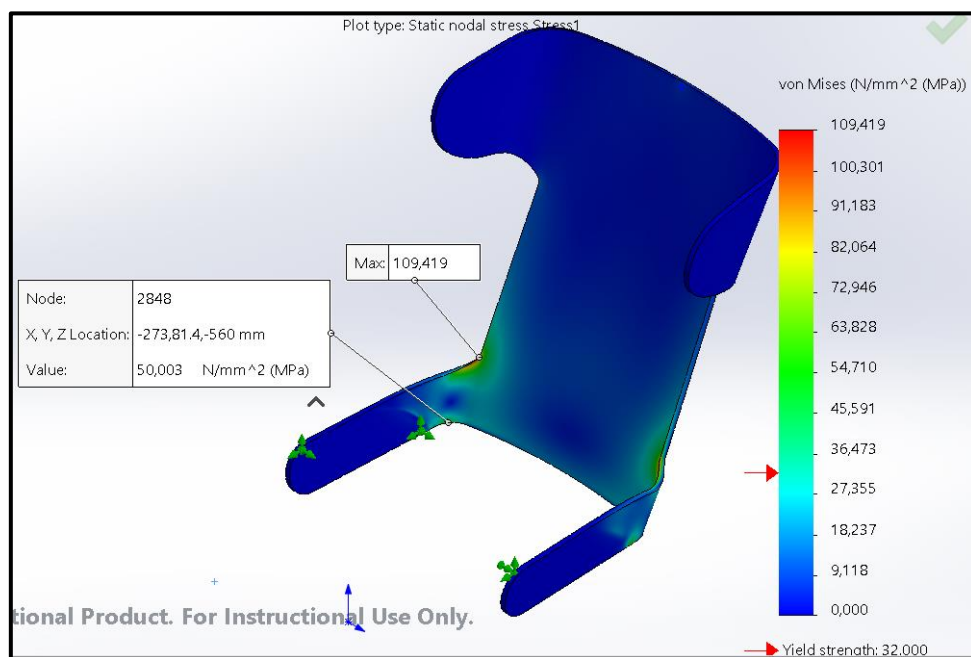


Il·lustració 117: Deformació simulació respalller cadira

Al punt més alt del respalller es produeix una deformació elàstica de 4,56 mil·límetres.

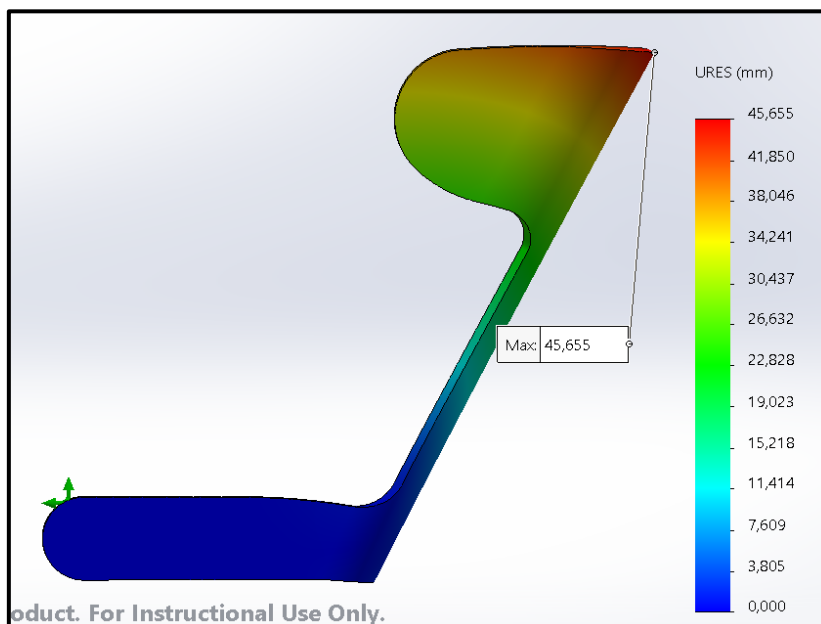
10.1.2.2 Butaca

El resultat de la tensió Von Mises per al respatller de la butaca és el següent:



Il·lustració 118: Resultats Von Mises simulació respatller butaca

Al contrari de lo esperat, en aquest cas el límit elàstic del bedoll és superat tant al radi superior com a l'inferior (109,42 i 50 MPa respectivament), per tant es produeix deformació plàstica.

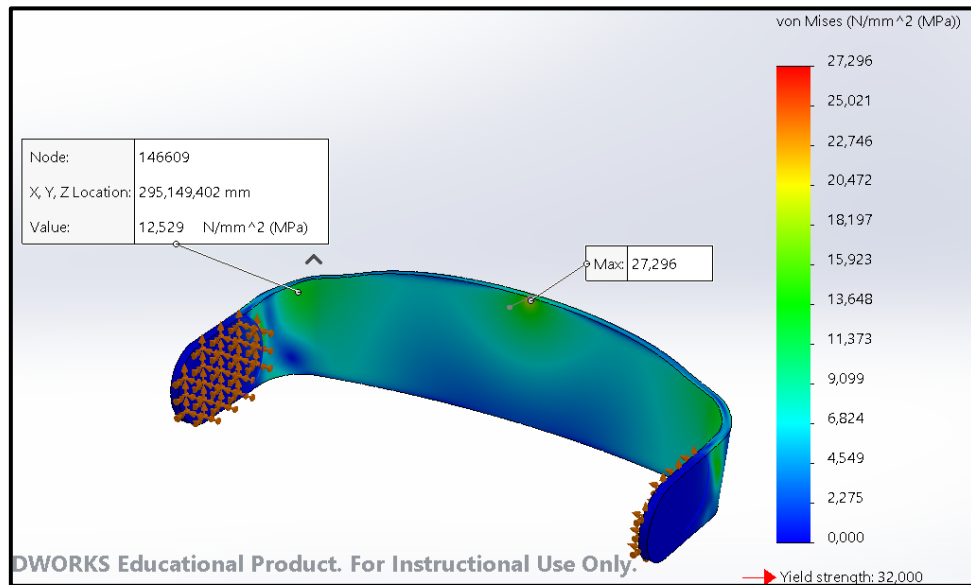


Il·lustració 119: Deformació simulació respatller butaca

La deformació es produeix al punt més alt del respatller i és de 45,65 mil·límetres. Així doncs el respatller de la butaca necessitarà ser modificat per a reduir la tensió per sota del límit elàstic.

10.1.2.3 Tamboret

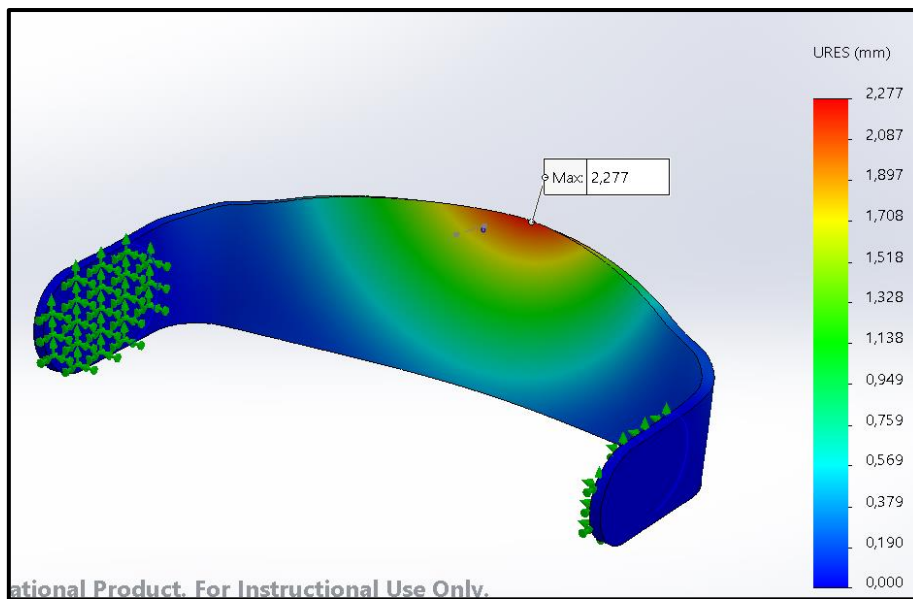
Analitzem el resultat de la tensió Von Misses:



Il·lustració 120: Resultats Von Misses simulació respatller tamboret

En aquest cas torna a aparèixer un error puntual just al punt d'aplicació de la càrrega. Obviant aquest valor (27,3 MPa), si ens fixem en la regió crítica acolorida en verd obtenim el valor màxim real de la tensió al respatller, essent aquest valor de 12,53 MPa. Per tant el respatller del tamboret compleix la normativa.

Tot seguit passem a observar el desplaçament produït com a reacció de l'aplicació de la càrrega:

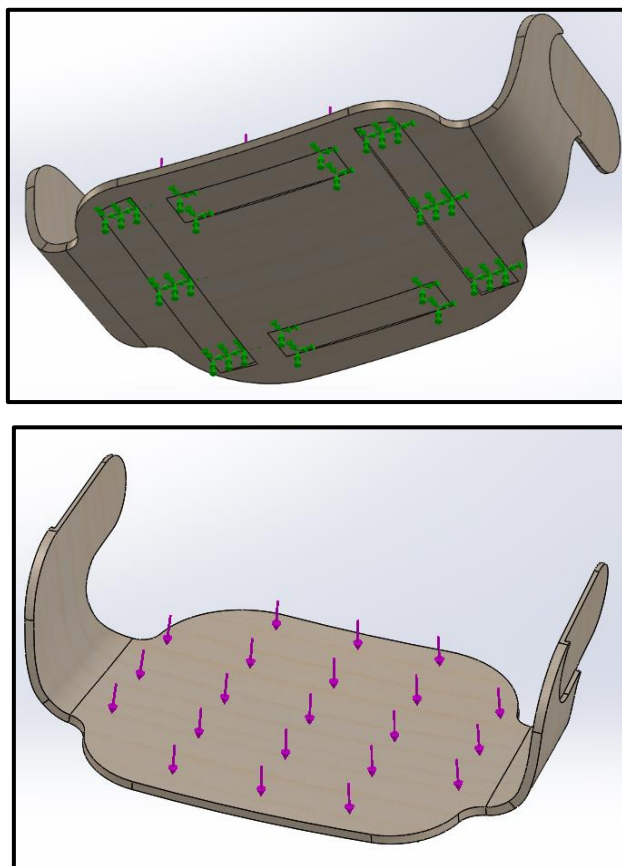


Il·lustració 121: Deformació simulació respatller tamboret

El màxim desplaçament es produeix a la part superior del respatller i és de 2,28 mil·límetres.

10.1.3 Seient

Finalment passem a l'anàlisi del seient. Tant el material, com la càrrega, i els punts de fixació són els mateixos per als tres seients. Per tant les condicions prèvies per a simular el seient són les següents:



Il·lustració 122: Condicions inicials simulació seient

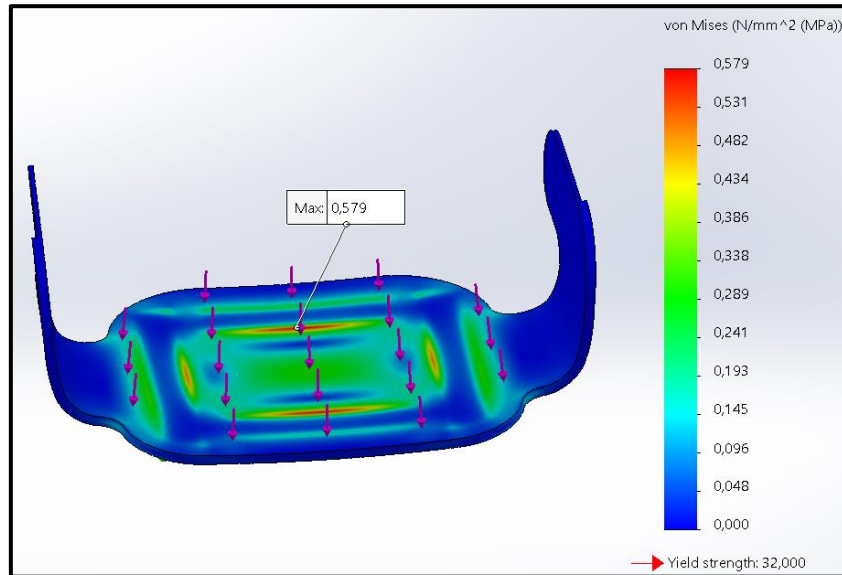
- Material: Bedoll
 - Límit elàstic: 32 MPa
- Fixacions (en verd): part en contacte amb les potes fixada.
- Càrrega (en lila): 950 N.
- Distribució de la càrrega: uniforme al llarg de la zona útil del seient (s'aprecia la separació de la zona útil del seient de les aletes). En un cas més realista l'aplicació del 75% de la càrrega seria en una regió d'aproximadament 26 cm², però per sotmetre el seient al pitjor dels casos es pren tota la superfície útil.
- Malla: tetraedres de 5mm.

Així mateix s'han eliminat del seient les característiques geomètriques que poden falsejar el resultat o complicar la simulació (forats dels inserts TBH, forats dels cargols DIN 7991 i rebaix del reposa braços). L'eliminació d'aquests elements no altera el resultat mentre que facilita la feina al software.

La meua hipòtesi prèvia a simular és que, a l'aplicar-se la càrrega en una superfície sense cap punt crític important, la tensió resultant tindrà un valor molt baix, en cap cas sobrepasant el límit elàstic del bedoll, i el pic de tensió estarà en la regió límit d'algun dels rebaixos de les potes.

10.1.3.1 Cadira

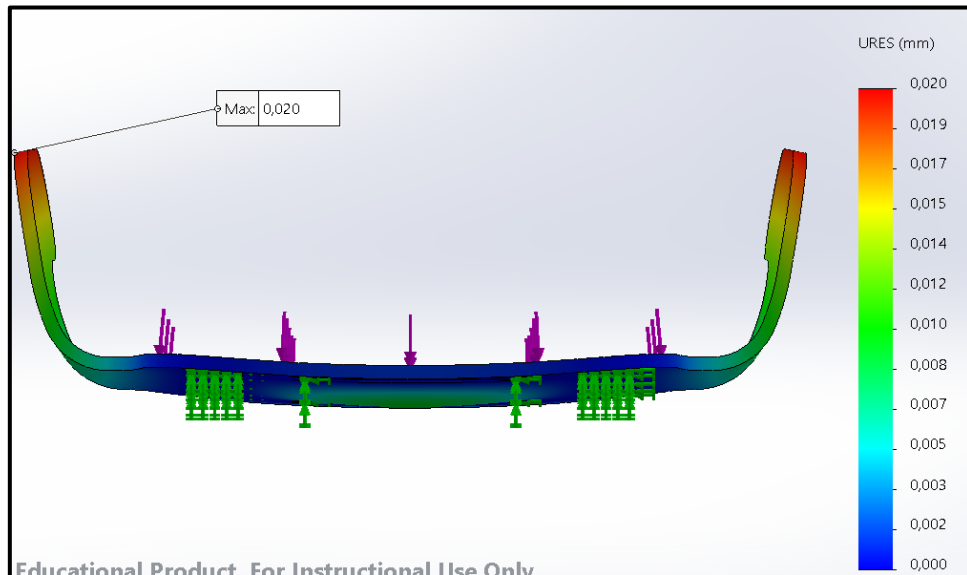
Ídem que pels altres casos, comencem per analitzar el resultat de la tensió Von Mises:



Il·lustració 123: Resultats Von Mises simulació seient cadira

Tal i com s'ha suposat, la tensió resultant és molt baixa, de tant sols 0,58 MPa, per tant el seient és l'element que menys pateix de l'estructura de moment i suporta sobradament la càrrega aplicada, és a dir, compleix normativa.

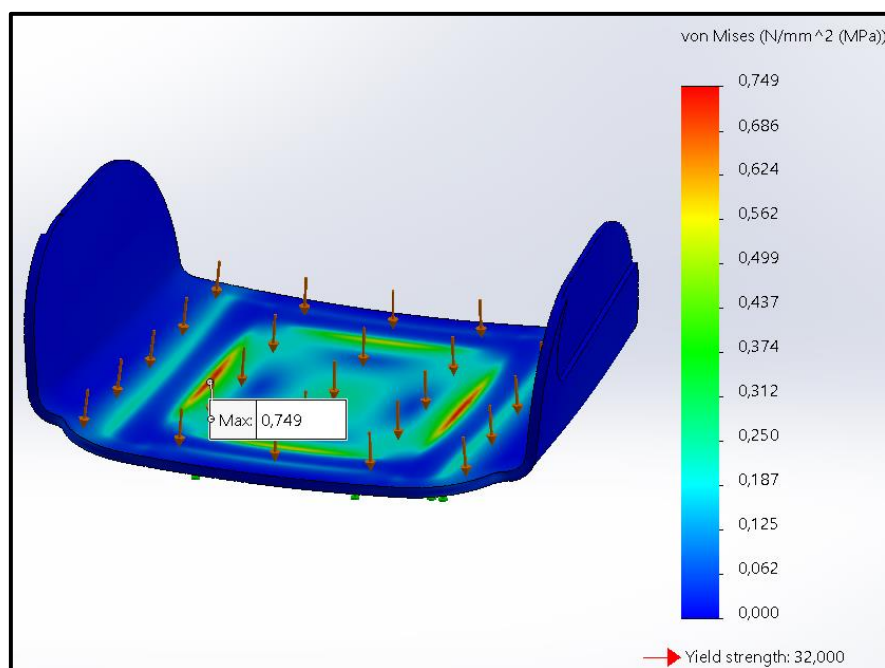
La deformació produïda per tant serà pràcticament nul·la.



Il·lustració 124: Deformació simulació seient cadira

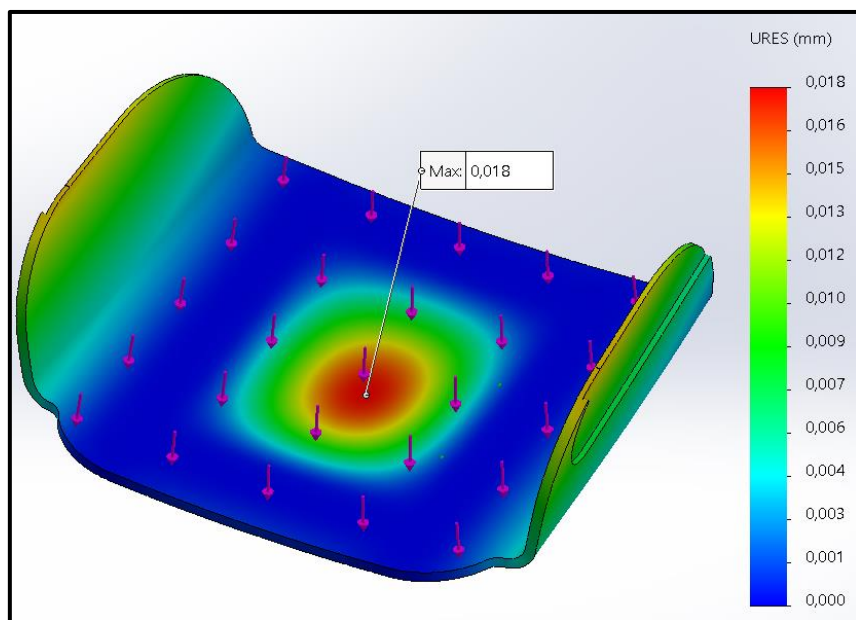
Augmentant l'escala de la deformació a 1000, es pot observar gràficament quina seria la deformació del seient. El màxim valor es donaria a la part superior de les aletes, produint-se un desplaçament de tant sols 0,02 mil·límetres.

10.1.3.2 Butaca



Il·lustració 125: Resultats Von Mises simulació seient butaca

Novament el resultat de la tensió Von Mises és ínfim en comparació amb el límit elàstic i la normativa UNE és complerta. El valor pic obtingut (0,75 MPa) es produeix també en un dels rebaixos del seient, tot i que en aquest cas el rebaix en el que es produeix és distint al de la cadira.

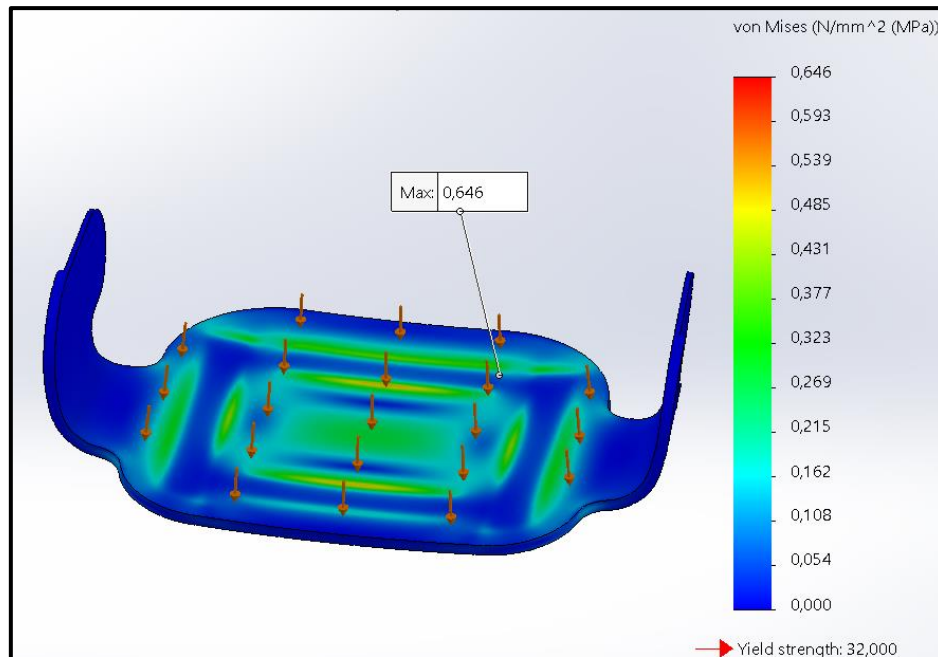


Il·lustració 126: Deformació simulació seient butaca

La deformació màxima (0,018 mil·límetres) en aquest cas es produeix al centre del seient. La localització d'aquesta deformació es distinta a la de la cadira degut a les diferències geomètriques entre tots dos components.

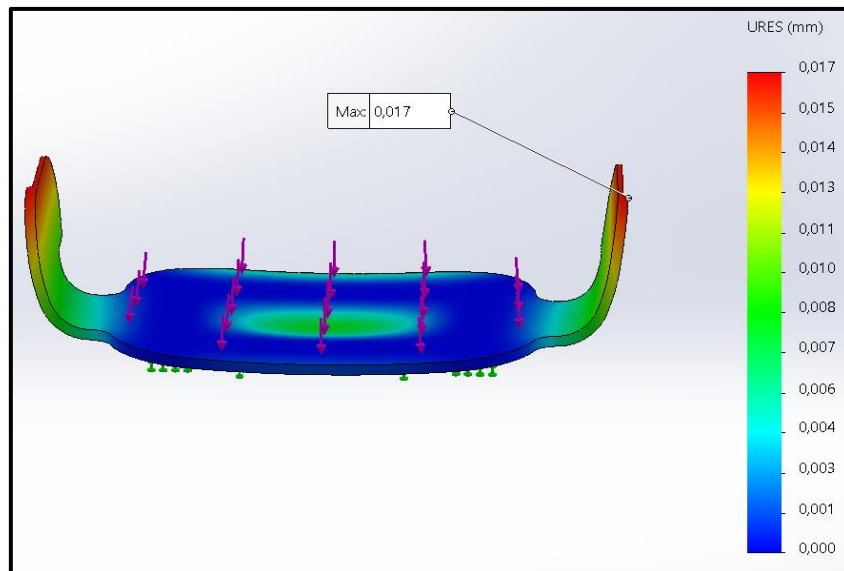
10.1.3.3 Tamboret

Per acabar amb l'estudi estàtic del seient passem a analitzar el resultat de la tensió:



Il·lustració 127: Resultats Von Mises simulació seient tamboret

Novament el valor pic (0,65 MPa) es produeix a un dels rebaixos per a les potes, i és molt menor que els 32 MPa del límit elàstic. Així doncs tots tres seients superen les condicions de la normativa amb un ampli marge.



Il·lustració 128: Deformació simulació seient tamboret

Augmentant de nou l'escala de la deformació per 1000 es pot observar la reacció del seient sota l'aplicació de la càrrega. Al ser geomètricament molt similar al seient de la cadira, el màxim desplaçament (0,017 mil·límetres) es torna a produir a la part superior de les aletes.

10.1.4 Reposa braços

Donada la impossibilitat de simular tot el conjunt degut a petites interferències entre la superfície del respatller i la superfície del seient, fet que impedeix el mallat del conjunt, per a simular el reposa braços s'utilitzarà el següent mètode.

Com s'ha pogut veure en el modelat 3D dels components, el reposa braços en si no es el que suporta la càrrega principal, sinó que compleix més una funció estètica i aporta més superfície de contacte amb l'avantbraç de la que hi hauria si tant sols es comptés amb les aletes del seient i del respatller. Els elements que suporten les càrregues aplicades al reposa braços, però, són les aletes del respatller i del seient, on va muntat el reposa braços.

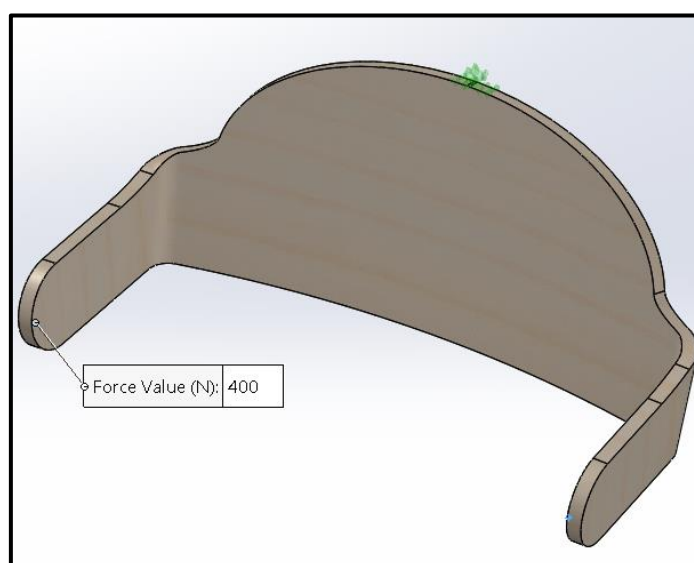
Per tant, per a fer la simulació de càrrega estàtica lateral es farà servir la geometria del respatller(*), amb la modificació de que a aquest se li afegirà el gruix del seient a la regió del reposa braços (5mm). El gruix total del respatller per a aquesta simulació serà de 17 mm.

Per altra banda per a la simulació de càrrega estàtica vertical s'utilitzarà la geometria del seient, ja que és en aquest on descarregarà la càrrega que s'apliqui verticalment a l'aleta. En aquest cas no es sumarà a la geometria el gruix del respatller, però si que s'eliminarà el rebaix a les aletes per a facilitar la simulació.

(*) No s'utilitza el seient ja que aquest queda per dins del respatller, per tant és aquest últim en el que acaben repercutint les càrregues.

10.1.4.1 Cadira

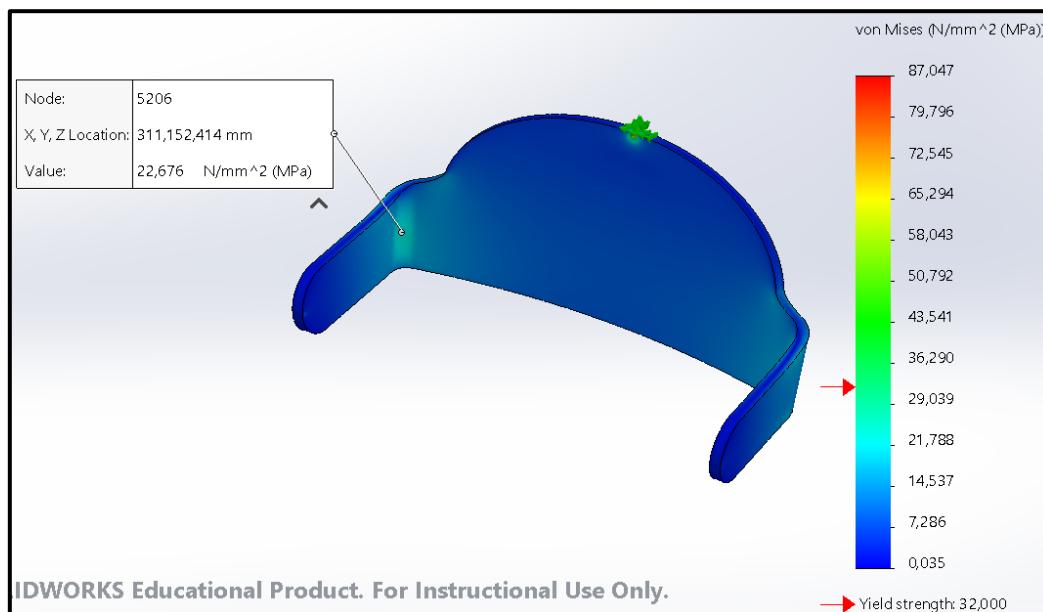
Càrrega estàtica lateral



Il·lustració 129: Condicions inicials simulació càrrega lateral respatller cadira

- Zona fixada (en verd): regió superior del respatller. S'ha fixat aquesta zona com es podria haver fixat qualsevol altre, mentre que quedin sense fixar la zona on s'aplica la càrrega i la zona crítica, els radis.
- Càrrega: 400N, segons estipula normativa, aplicada a cada extrem de les aletes i en sentit horitzontal cap a fora.

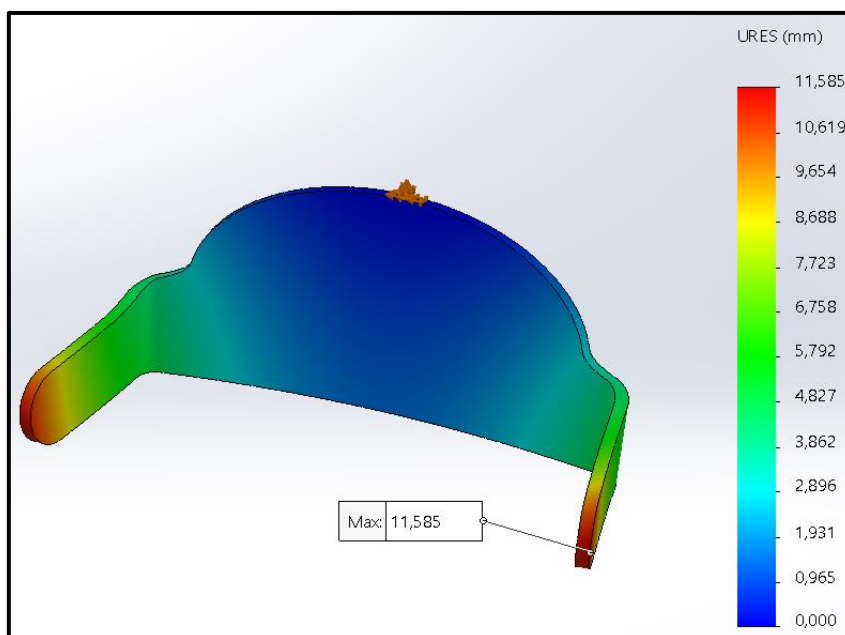
Resultat de la tensió Von Misses:



Il·lustració 130: Resultats Von Misses simulació respatller cadira

Es torna a produir un error puntual a la zona fixada del respatller, però coneixent la regió crítica es pot saber quina serà la tensió màxima real. Tal i com es mostra a la imatge la regió acolorida en blau clar pertany a la regió crítica, on el valor oscil·la entre els 20 i 23 MPa. Així doncs es supera l'assaig de càrrega estàtica lateral del reposa braços de la cadira.

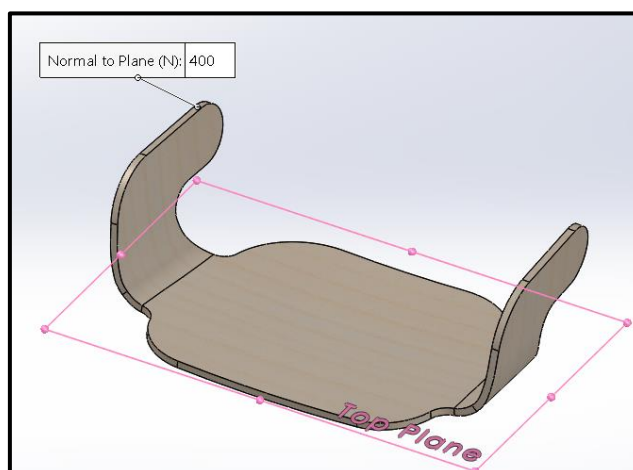
La deformació que es produirà (amplificada 5 vegades) serà la següent:



Il·lustració 131: Deformació simulació respatller cadira

Com és lògic la màxima deformació es produeix a l'extrem de l'aleta. El valor del desplaçament és d'11,59 mil·límetres, que pot arribar a semblar molt. Tot i això cal recordar que en primer lloc, s'ha comprovat que no es supera el límit elàstic del bedoll a la regió crítica, i en segon lloc en tot moment es pren el punt més desfavorable del component com a punt d'aplicació de la càrrega, fet que en ús normal de la cadira no es produeix.

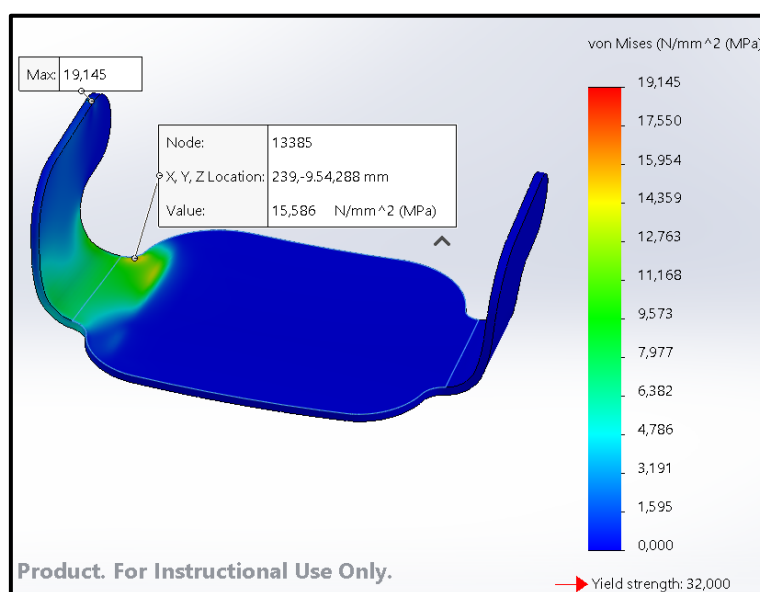
Càrrega estàtica vertical



Il·lustració 132: Condicions inicials simulació càrrega vertical seient cadira

- **Zona fixada:** rebaix del seient per a les potes
- **Càrrega:** 400N, segons estipula normativa, aplicada al punt més desfavorable del reposa braços (extrem d'una de les aletes) i en direcció vertical (cap al "Top Plane"). El punt més desfavorable no coincideix amb el de l'estudi de la càrrega estàtica lateral, a l'agafar un component diferent per a simular. D'aquesta manera s'assegura que si supera l'estudi, en qualsevol altre situació també ho faci.

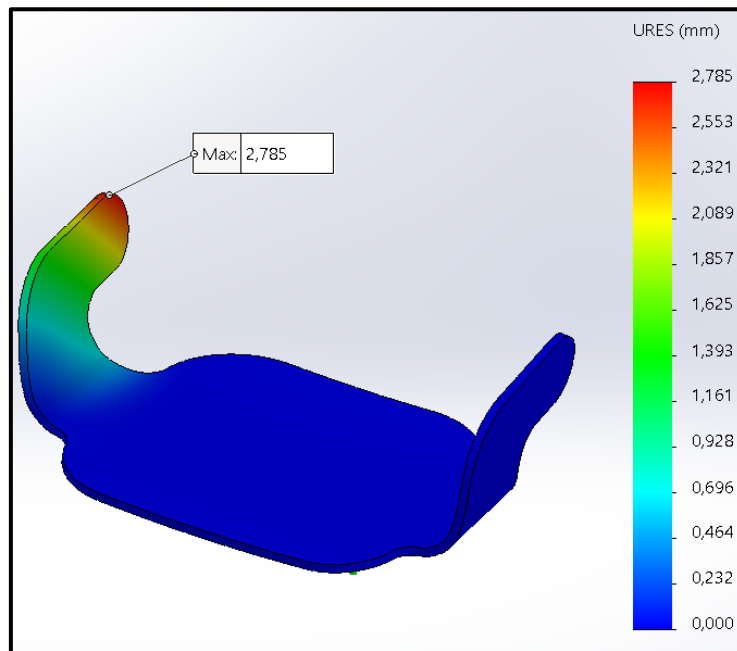
Resultat de la tensió Von Misses:



Il·lustració 133: Resultats Von Misses simulació seient cadira

Obviant el valor erroni on s'aplica la càrrega, el valor màxim real de la tensió (15,59 MPa) es produeix al node observat a la foto, al radi que uneix l'aleta amb la superfície útil del seient. Aquest valor és menor al límit elàstic, per tant es supera l'assaig.

En aquest cas la deformació serà la següent:



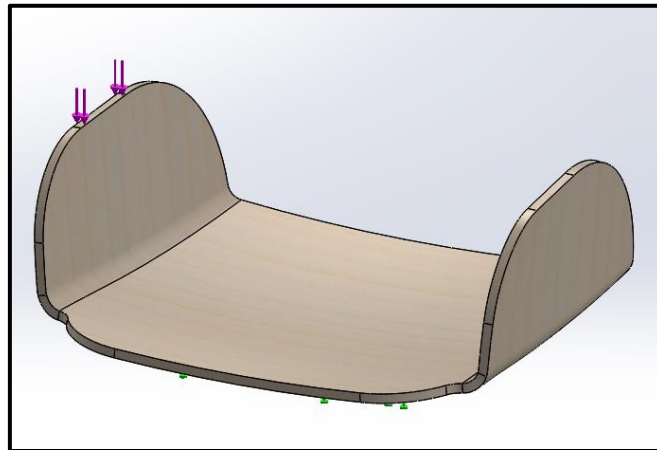
Il·lustració 134: Deformació simulació seient cadira

Augmentant el desplaçament 20 vegades s'observa millor quin és el moviment de l'estructura. A l'extrem de l'aleta es produeix un desplaçament màxim de 2,79 mil·límetres.

10.1.4.2 Butaca

Donat que el respatller de la butaca ha de ser modificat, no té sentit realitzar previ a la modificació l'estudi de càrrega estàtica lateral. Per tant es simularan els assajos de càrrega estàtica vertical (utilitzant la geometria del seient, ja que ha superat l'assaig) i la càrrega estàtica lateral sobre les aletes superiors (o orelles), ja que en aquest cas la modificació de la geometria del respatller no repercutirà en aquesta regió.

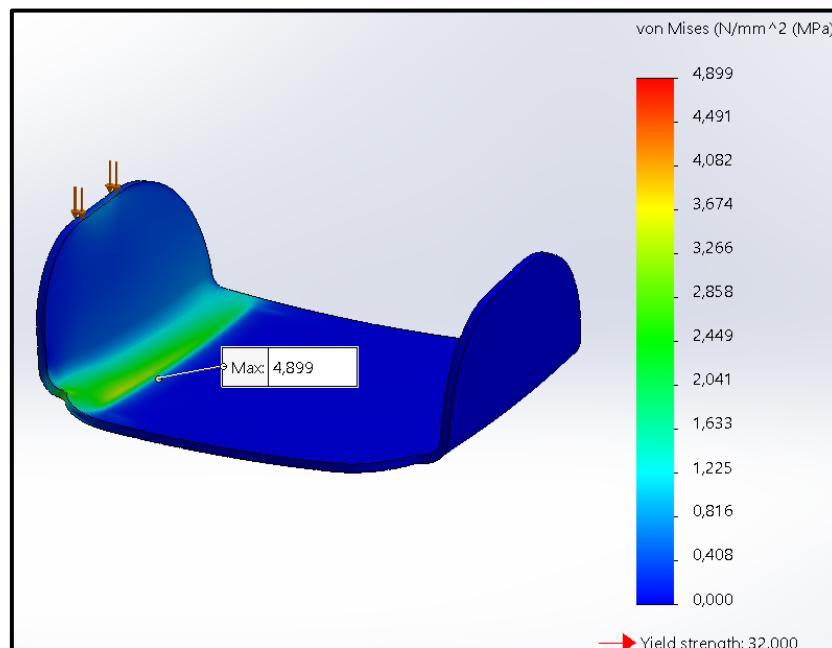
Càrrega estàtica vertical



Il·lustració 135: Condicions inicials simulació càrrega vertical seient butaca

- Zona fixada: rebaix del seient per a les potes
- Càrrega: 400N, segons estipula normativa, aplicada al punt més desfavorable del reposa braços. Donat que no hi ha un punt que destaquí per ser el més desfavorable, la càrrega s'aplica sobre tota la regió plana de l'aleta, i en direcció vertical.

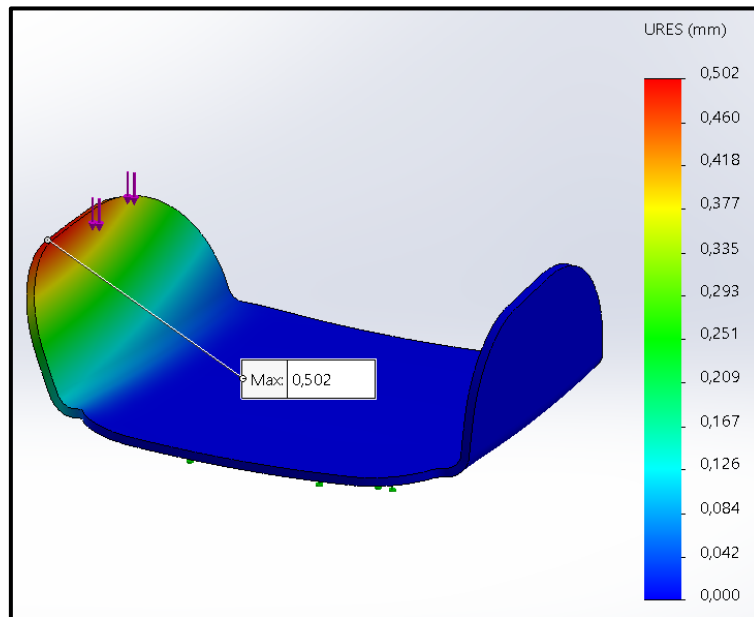
Resultat de la tensió Von Mises:



Il·lustració 136: Resultats Von Mises simulació seient butaca

El valor màxim es produeix a la regió límit entre la zona útil del seient i l'aleta, i té per valor 4,9 MPa, molt inferior al límit elàstic. Per tant l'assaig estàtic vertical del reposa braços de la butaca és superat.

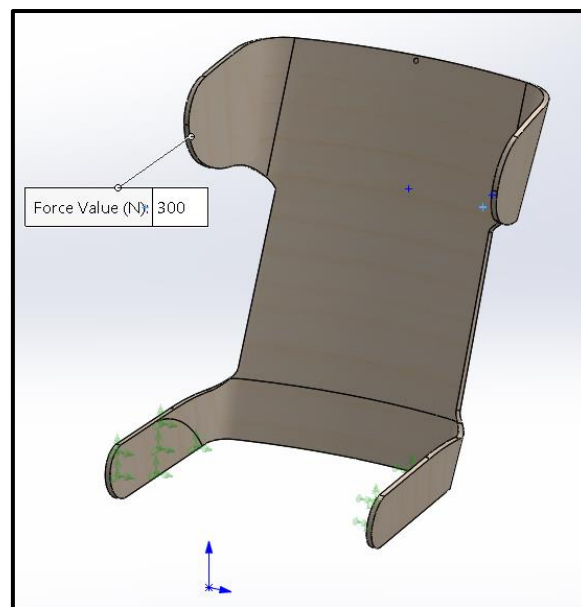
Amplificant visualment els efectes de la càrrega sobre l'estructura per 100, podem observar el desplaçament que patirà:



Il·lustració 137: Deformació simulació seient butaca

El màxim valor de desplaçament es produeix a la part superior de l'aleta, amb un valor de tant sols 0,5 mil·límetres.

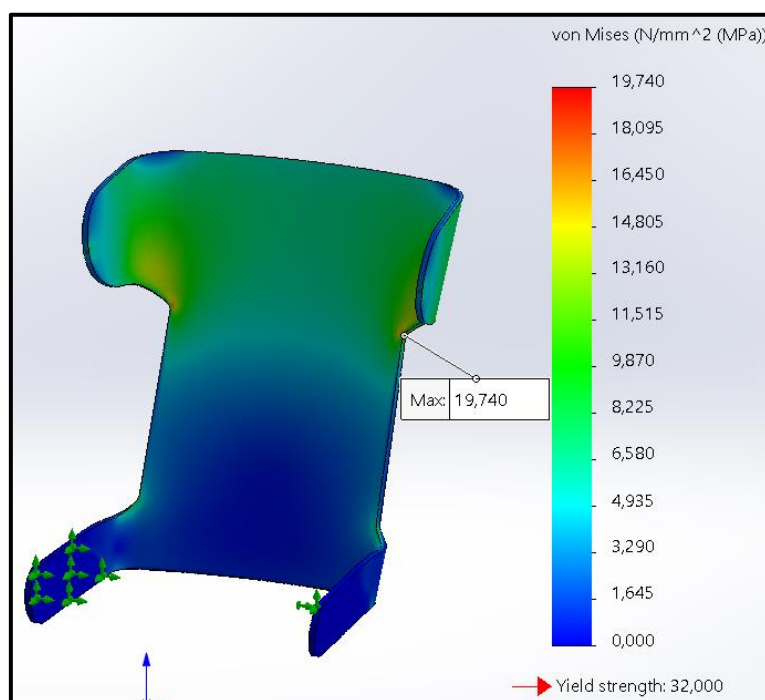
Càrrega estàtica lateral a les orelles



Il·lustració 138: Condicions inicials simulació càrrega lateral respall butaca

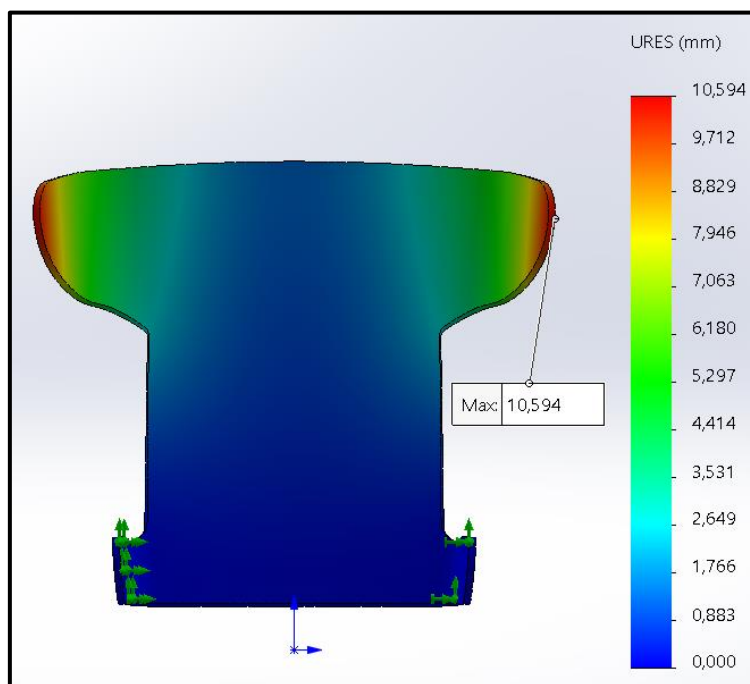
- **Zona fixada (en verd)**: superfície en contacte amb el seient.
- **Càrrega**: 300N, segons estipula normativa, aplicada a cada extrem de les aletes i en sentit horitzontal cap a fora.

Resultat de la tensió Von Mises:



Il·lustració 139: Resultats Von Mises simulació respallier butaca

El valor màxim de la tensió es produeix al radi que separa les orelles de la zona útil del respallier. El valor d'aquesta tensió és de 19,74 MPa, per tant l'assaig de les orelles del respallier és superat.



Il·lustració 140: Deformació simulació respallier butaca

Com és lògic la màxima deformació es produeix a l'extrem de les orelles, amb un valor de 10,6 mil·límetres (desplaçament amplificat 100 cops).

10.1.4 Resum estudi estàtic

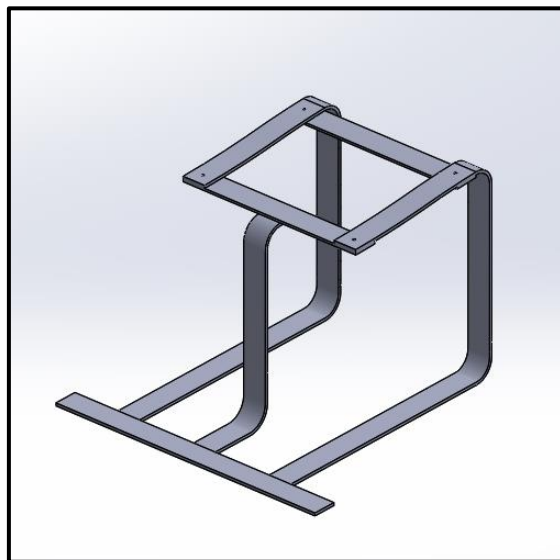
Objecte	Component	Assaig
Cadira	Potes	No superat. Pendent de modificació
	Respatller	Superat
	Seient	Superat
	Reposa braços	Superat
Butaca	Potes	No superat. Pendent de modificació
	Respatller	No superat. Pendent de modificació
	Seient	Superat
	Reposa braços	Càrrega estàtica vertical: superat Càrrega estàtica lateral: pendent Càrrega estàtica a les orelles: superat
Tamboret	Potes	No superat. Pendent de modificació
	Respatller	Superat
	Seient	Superat

L'estudi a fatiga dels components es realitzarà un cop s'hagi validat que tots ells superen l'assaig de càrrega estàtica.

11. Correccions i simulació

11.1 Potes cadira

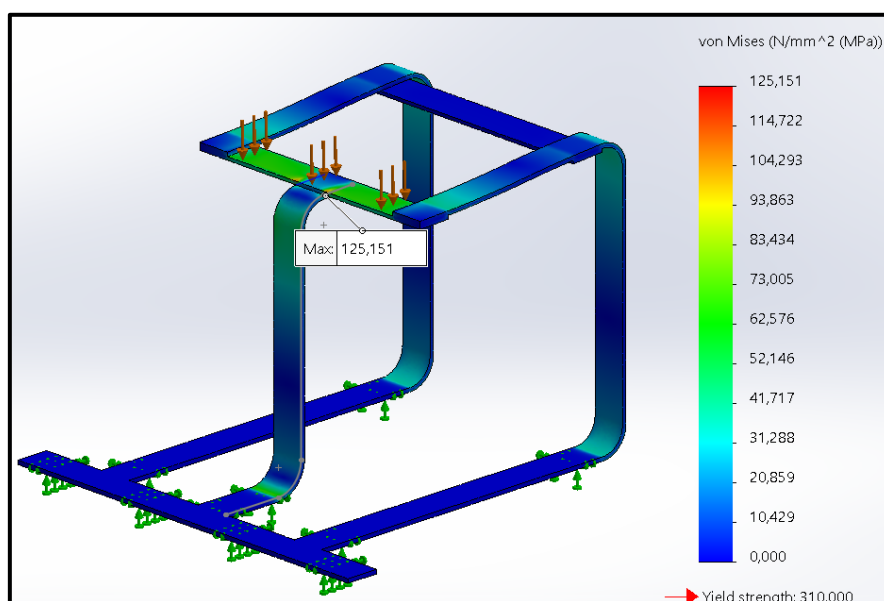
La solució proposada per a que l'estructura de les potes aguanti la càrrega aplicada de 950 N ha estat l'addició d'una tercera pota al centre de la brida posterior, tal i com s'observa a la imatge adjuntada a continuació.



Il·lustració 141: Correcció potes

A part de la pota extra, també s'ha decidit allargar 100 mil·límetres per cada banda la brida que uneix el final de les potes, per aportar major estabilitat lateral al conjunt.

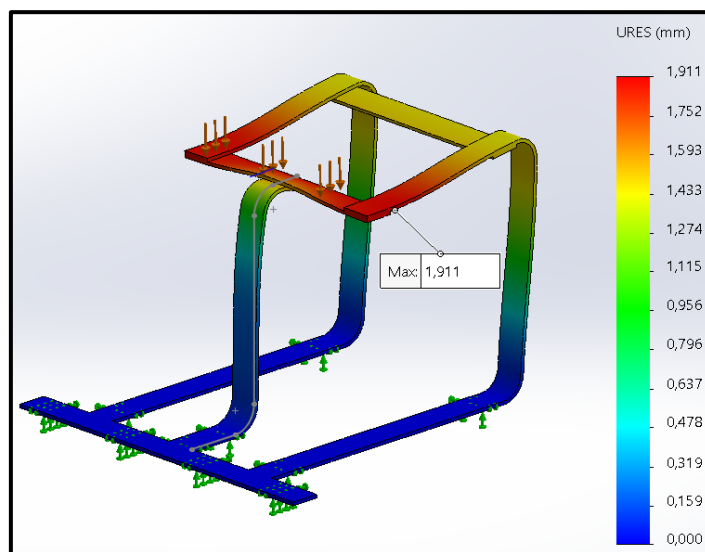
Per a complir amb la funció de donar un punt de descàrrega al terra a la brida posterior, no caldria que aquesta tercera pota estigués unida a la brida inferior. S'ha decidit fer-ho així per a atorgar de major rigidesa l'estructura de les potes. A continuació observem el resultat de la tensió Von Mises obtingut aplicant les mateixes condicions que prèviament:



Il·lustració 142: Resultats Von Mises simulació correcció potes cadira

Gràcies al reforç addicional s'aconsegueix reduir la tensió màxima de 658 a 125,15 MPa, valor inferior als 310 MPa del límit elàstic de l'acer AISI - 430. Per tant la solució proposada és vàlida per a complir amb la normativa UNE establerta. S'observa que el punt de màxima tensió es produeix just a la regió límit entre la brida posterior i la tercera pota. Analitzant la situació aquest resultat té sentit, ja que al repartir la càrrega uniformement al llarg de la brida, aquesta tendirà a flexionar pels extrems, on no hi ha suport, provocant d'aquesta manera els punts de màxima tensió just on es començaria a doblegar si es superés el límit elàstic.

La deformació que pateix l'estructura de les potes de la cadira sota aquestes condicions és la següent:

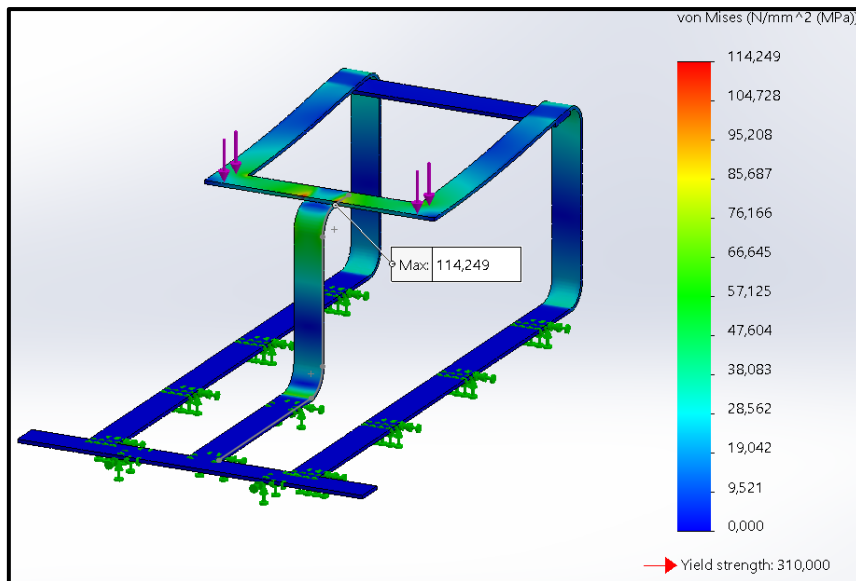


Il·lustració 143: Deformació simulació correcció potes cadira

Amplificant la deformació 20 cops es confirma el cas plantejat, la brida posterior tendeix a doblegar-se pels extrems, produint-se un màxim desplaçament de 1,9 mil·límetres.

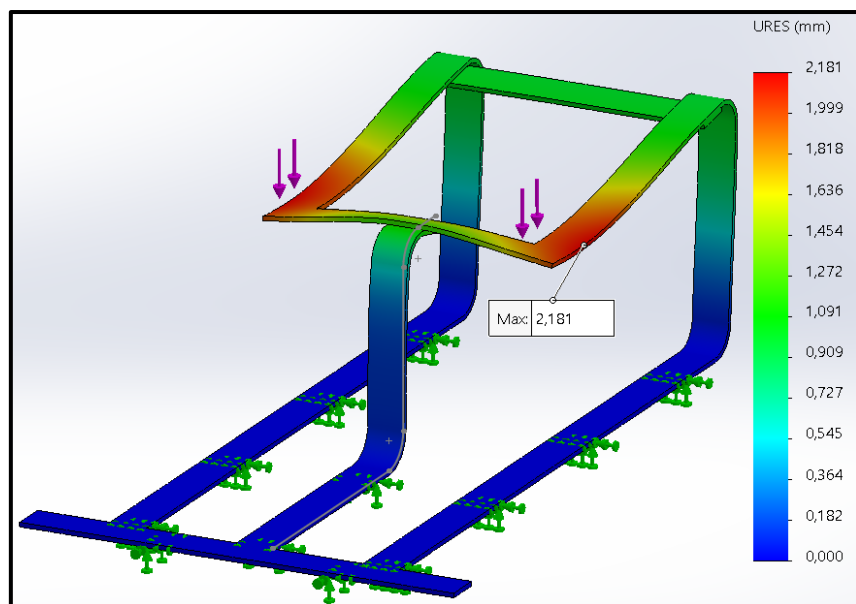
11.2 Potes butaca

La solució proposada és idèntica a l'anterior. En aquest cas la tensió Von Mises obtinguda és la següent:



Il·lustració 144: Resultats Von Mises simulació correcció potes butaca

És produeix exactament la mateixa situació que en les potes de la cadira, amb l'única diferència que la magnitud de la tensió màxima canvia, tot i que és molt similar. En aquest cas és de 114,25 MPa, per tant també compleix amb la normativa al ser un valor inferior al límit elàstic. La deformació que es produirà serà de les mateixes característiques, i segurament amb un valor molt similar.

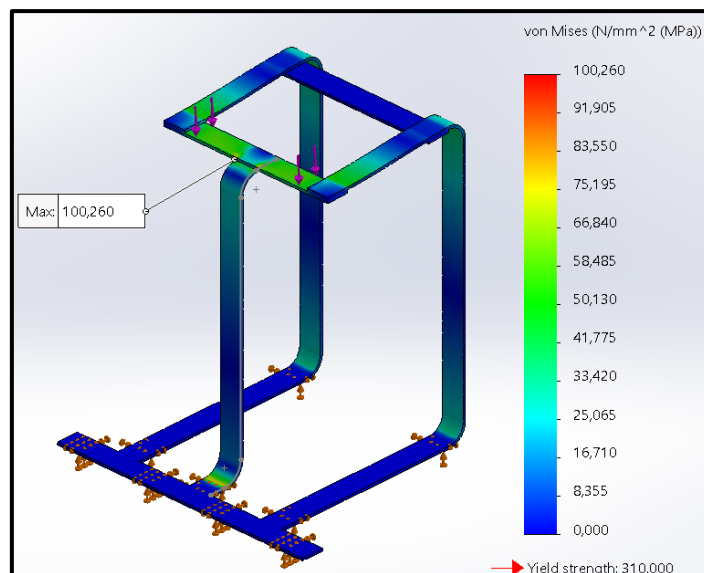


Il·lustració 145: Deformació simulació correcció potes butaca

Efectivament, després de fer l'assaig s'observa que la deformació patida (amplificada 20 cops) és de les mateixes característiques que en la cadira. El màxim desplaçament en aquest cas serà de 2,18 mil·límetres.

11.3 Potes tamboret

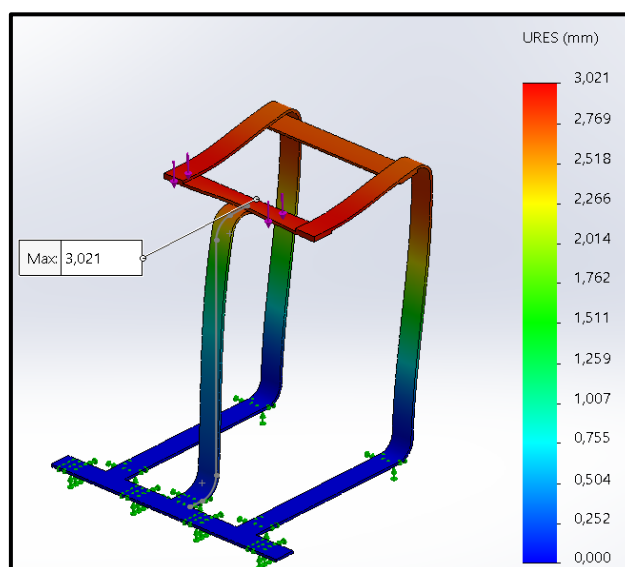
Finalment passem a analitzar el resultat de l'assaig estàtic a les potes del tamboret. Per a la simulació s'ha eliminat el reposapeus, per a facilitar la simulació.



Il·lustració 146: Resultats Von Mises simulació correcció potes tamboret

Com era d'esperar, el resultat (en quant a la localització del punt de màxima tensió) és idèntic als altres 2 casos. El valor de la màxima tensió és de 100,26 MPa, per tant totes tres estructures (cadira, butaca i tamboret) ronden els 100 MPa de pic de tensió sota l'aplicació d'una càrrega de 950 N uniforme al llarg de la brida posterior.

La deformació que pateixen les potes del tamboret és la següent:

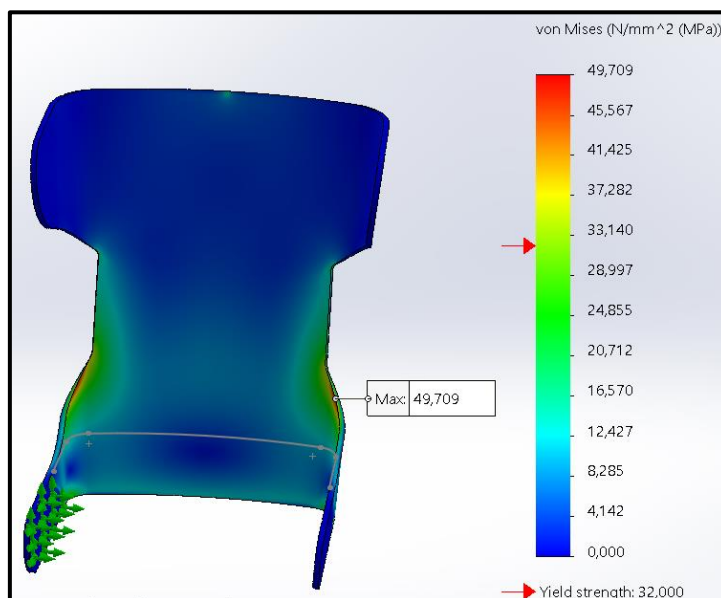


Il·lustració 147: Deformació simulació correcció potes tamboret

Degut a l'altura superior que caracteritza les potes del tamboret la seva deformació és lleugerament distinta a la resta. El màxim desplaçament es produeix a l'extrem superior de la tercera pota, i té un valor de 3 mil·límetres.

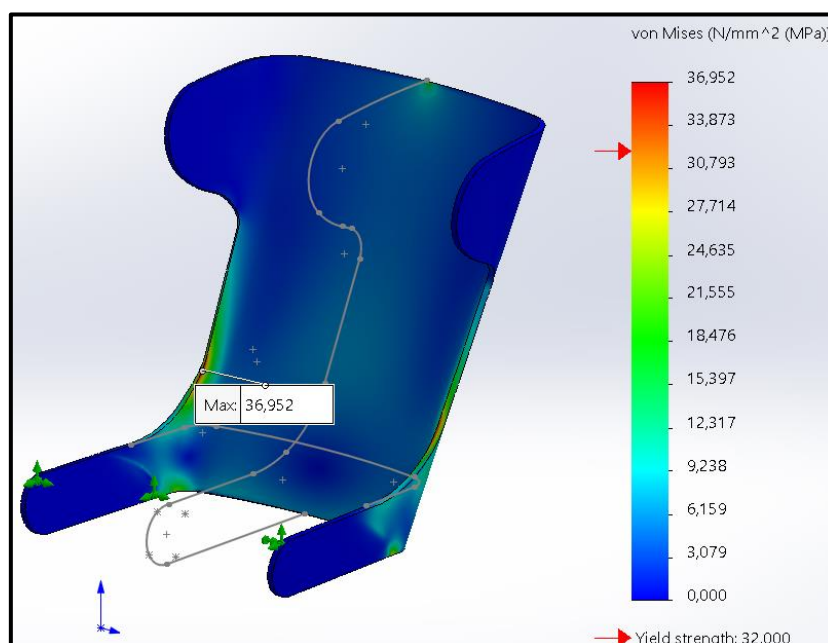
11.4 Respatller butaca

Com s'ha pogut comprovar en la primera simulació de l'assaig estàtic sobre el respatller de la butaca, la zona crítica és el radi que separa la zona útil del respatller de les aletes. Per a mirar de no superar el límit elàstic del bedoll de 32 MPa, s'ha provat a modificar la geometria del respatller de diverses maneres:



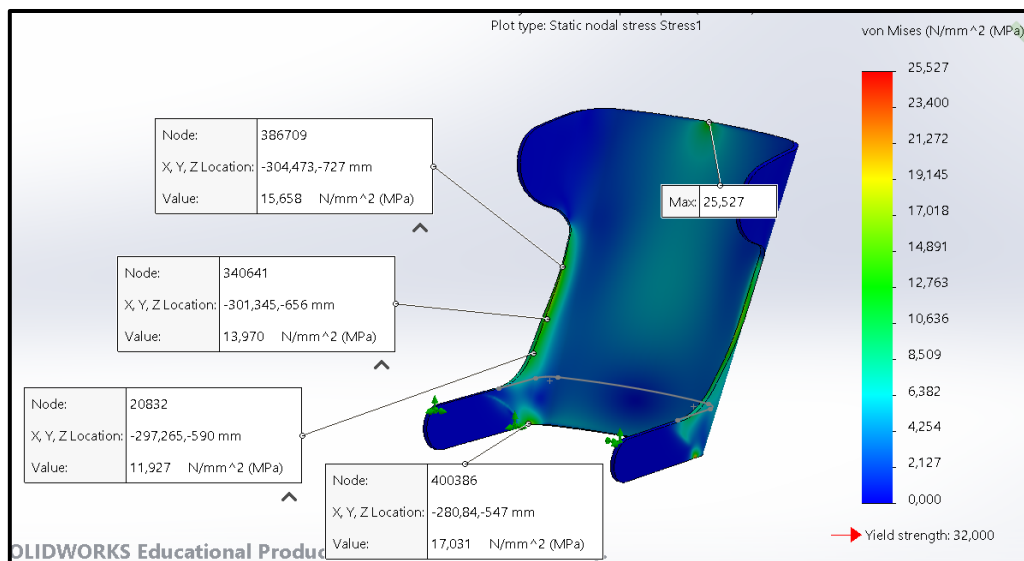
Il·lustració 148: Resultats Von Mises simulació correcció respatller butaca (Iteració 1)

En el primer canvi s'ha aconseguit reduir a més de la meitat el punt de màxima tensió, tant sols augmentant el radi d'unió entre aletes i respatller. Tot i això la tensió segueix essent major que el límit elàstic.



Il·lustració 149: Resultats Von Mises simulació correcció respatller butaca (Iteració 2)

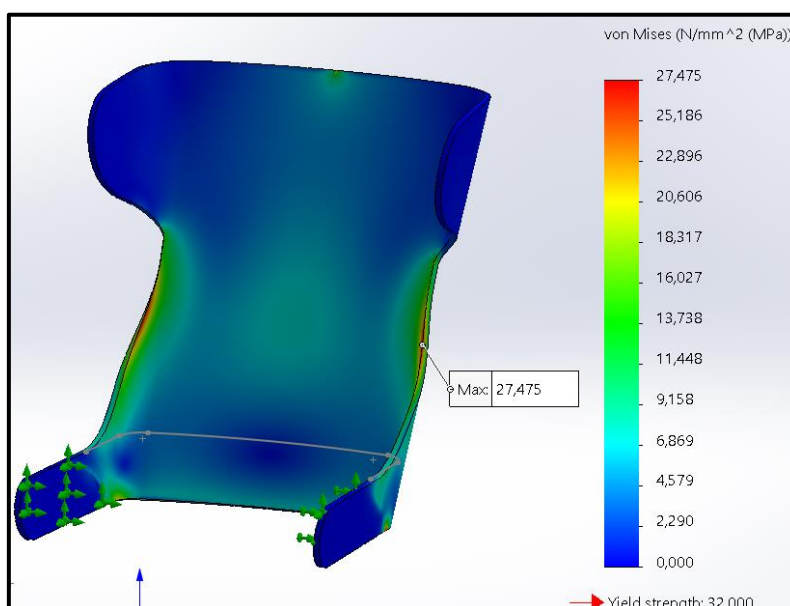
En la següent iteració realitzada, a part d'augmentar el radi com abans també s'ha afegit més superfície útil al respatllet, per tal de reduir els punts crítics d'aquest. Tot i que la tensió s'ha vist reduïda de nou, segueix superant el límit elàstic del bedoll.



Il·lustració 150: Resultats Von Mises simulació correcció respatllet butaca (Iteració 3)

Finalment, aplicant la lògica, s'ha combinat les modificacions anteriors (major radi d'unió i més superfície del respatllet) amb desplaçar el radi d'unió cap a un punt lo més pròxim possible del punt d'aplicació de la càrrega, ja que d'aquesta manera el moment en la regió crítica es veu substancialment reduït. D'aquesta manera s'ha aconseguit reduir la tensió màxima en tota la regió crítica a menys de la meitat del límit elàstic, per tant amb aquesta iteració es compliria la normativa establerta sobre la càrrega estàtica al respatllet de la butaca.

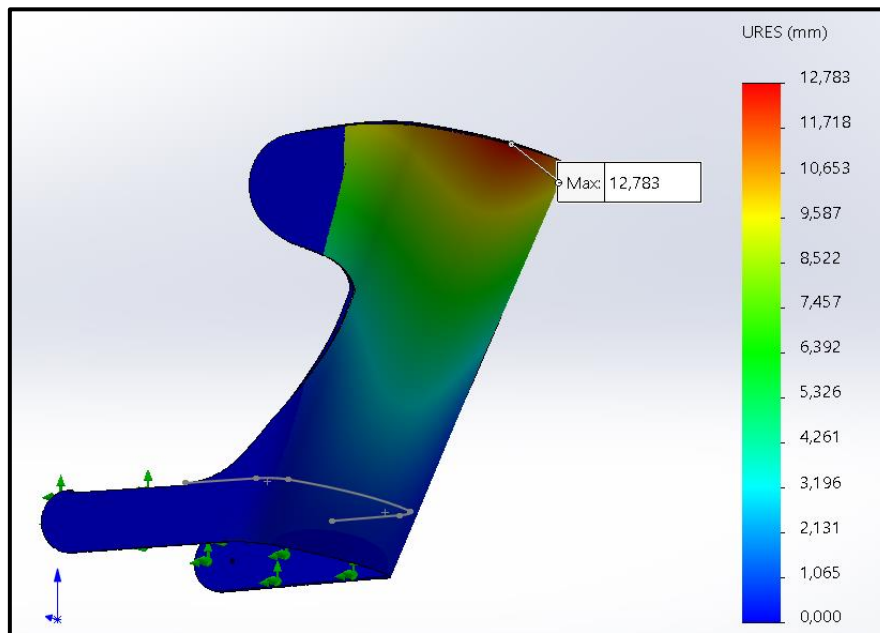
Tot i això, al realitzar aquestes modificacions l'estètica del respatllet s'ha vist afectada. Per tal d'arribar a un punt mig entre l'estètica inicial mentre que el respatllet pugui superar l'assaig s'ha realitzat una última iteració, en la que el radi d'unió s'ha mantingut lo més pròxim possible del punt d'aplicació de la càrrega però s'ha eliminat part de la superfície afegida al respatllet. El resultat obtingut ha estat el següent:



Il·lustració 151: Resultats Von Mises simulació correcció respatllet butaca (Iteració Final)

S'ha aconseguit obtenir un valor màxim de la tensió de 27,48 MPa, menor al límit elàstic del bedoll, mentre que s'ha reduït significativament la superfície del respatller respecte a la iteració anterior. Així doncs s'ha aconseguit un equilibri entre estètica i funcionalitat, fet que mancava en la versió original del respatller degut a la fragilitat que caracteritzava el disseny. Aquesta versió final no només aconsegueix mantenir l'estil característic de la gama sinó que a més atorga al conjunt de la butaca un aspecte més sòlid.

La deformació que patirà el respatller en aquest cas és la següent:



Il·lustració 152: Deformació simulació correcció respatller butaca (Iteració Final)

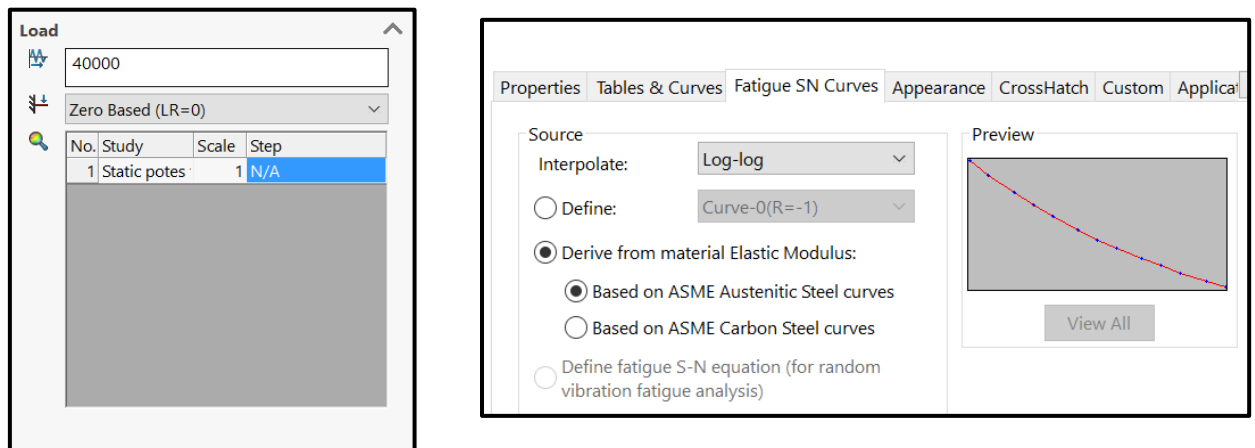
Es produirà a la zona més alta del respatller, amb un valor màxim de 12,78 mil·límetres. En comparació, la primera versió del respatller es deformava més de 45 mil·límetres.

12. Estudi de fatiga

12.1 Potes

Per a comprovar que la gama de mobiliari compleix la normativa pertinent a fatiga s'ha realitzat l'assaig pertinent al mòdul "simulation" de SolidWorks. El mètode operatiu d'aquest assaig es basa en prendre el resultat obtingut a l'estudi estàtic relacionat del component, i li aplica la mateixa càrrega un número de cicles determinat.

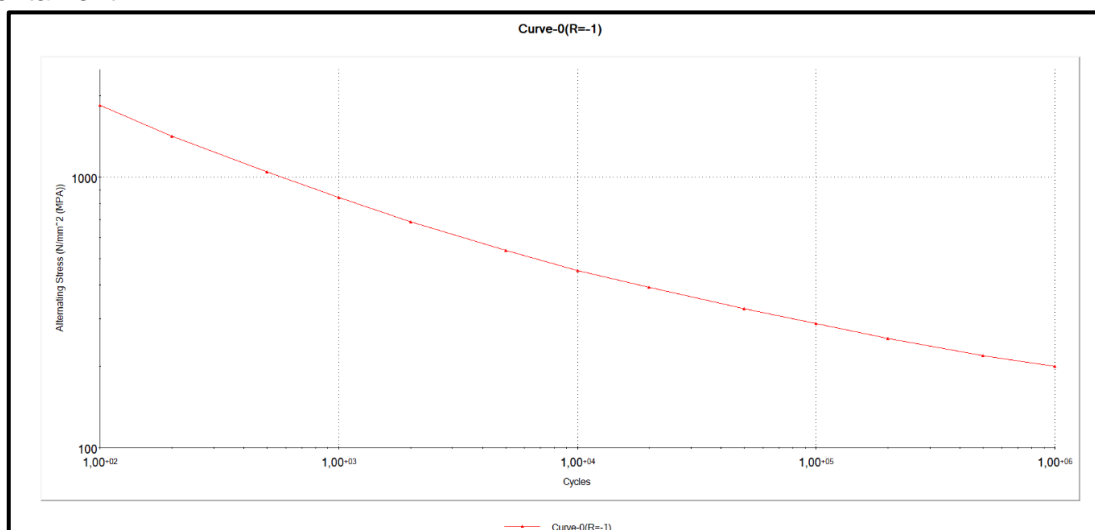
Les dades introduïdes per a realitzar l'estudi han estat les següents:



Il·lustracions 153 i 154: Condicions inicials simulació fatiga

- Número de cicles (especificat per normativa): 40000
- Corba d'aplicació de la càrrega "Zero Based", és a dir, s'aplica intermitentment alternant entre càrrega i no càrrega, però no pot haver-hi aplicació de la càrrega en un altre sentit (com passa en l'estudi a fatiga d'un eix, per exemple).
- Corba S/N (tensió/número de cicles) basada en corbes d'acers austenítics.

Donat que ha estat impossible obtenir les corbes S/N específiques de l'acer inoxidable AISI – 430, s'ha pres la corba que el propi SolidWorks suggereix pels acers austenítics. Observem les dades que ens proporciona aquesta gràfica més atentament:

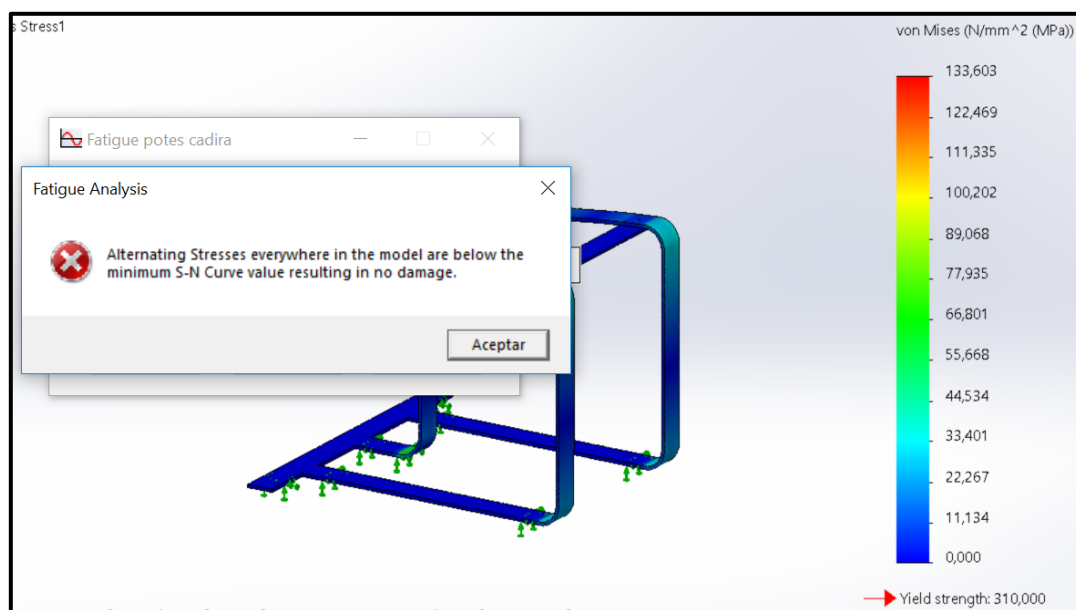


Il·lustracions 155: Corba S/N genèrica per acers austenítics

Table data		
Stress Ratio (R):	-1	Units: N/mm ² (MPa)
Points	N	S
1	100	1844.522968
2	200	1420.4947
3	500	1045.936396
4	1000	840.989399
5	2000	685.512368
6	5000	537.102474
7	10000	452.29682
8	20000	392.226148
9	50000	327.208481
10	100000	288.339223
11	200000	253.710247
12	500000	219.081272
13	1000000	200
14		

Il·lustracions 156: Valors corba S/N genèrica per acers austenítics

Es pot observar a la taula com la tensió mínima després de 10^6 cicles és de 200 MPa. Per tant, aplicant 40.000 cicles a l'estudi de fatiga i seguint les dades de la taula, no es produirà fatiga a cap de les estructures de les potes, ja que la tensió obtinguda en tots casos està per sota dels 125 Mpa. Comprovem aplicant les condicions i simulant:



Il·lustracions 157: Resultat estudi de fatiga

Al executar, SolidWorks mostra el següent missatge: "Les tensions al llarg de tot el model estan per sota del valor mínim de la corba S-N, resultant en que no es produeix cap dany". Es a dir, tal i com s'havia suposat, no es produeix cap dany per fatiga en 40.000 cicles. D'aquesta manera es pot afirmar que es supera l'assaig a fatiga de totes 3 potes.

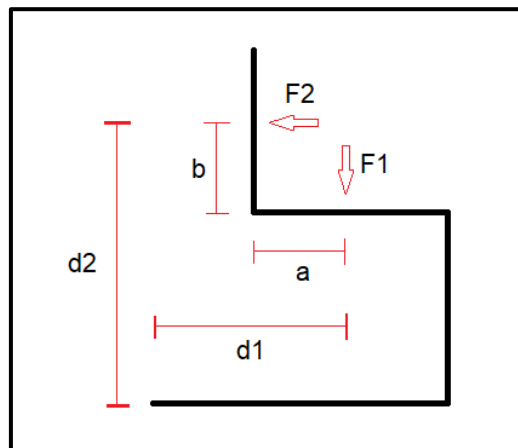
Pel que fa a l'estudi de fatiga dels elements de fusta (respatller i seient), ha estat impossible trobar dades tant per a la corba S-N del bedoll, com per cap altre tipus de fusta. Aquesta informació podria ser obtinguda mitjançant assajos amb provetes o bé

pagant directament per les dades. Donat que aquestes dues opcions estan fora de les meves possibilitats l'assaig a fatiga del respall i el seient no es poden dur a terme.

13. Estudi d'estabilitat

Bolcada posterior

Donat que el mòdul "simulation" de SolidWorks no disposa d'un complement per a estudiar l'estabilitat d'una estructura, es realitzaran les següents comprovacions per a demostrar que l'estructura és estable i no bolca. Partint del següent esquema de les potes, analitzarem la bolcada enrere:



Il·lustracions 158: Esquema de forces bolcada posterior

Es lògic veient l'esquema de forces que si el moment generat per la força 2 és major que el moment generat per la força 1, l'estructura bolcarà. Així doncs la condició d'estabilitat serà la següent:

$$F_1 * d_1 \geq F_2 * d_2$$

Per normativa sabem que:

- $F_1 = 600 \text{ N}$
- $F_2 = 80 \text{ N}$
- $a = 175 \text{ mm}$
- $d_1 = a + \text{distància fins l'extrem de les potes}$
- $b = 300 \text{ mm}$
- $d_2 = b + \text{distància fins el terra}$

Cadira

$$F_1 * d_1 \geq F_2 * d_2$$

$$600 * (175 + 170) \geq 80 * (300 + 400)$$

$$207.000 \geq 56.000$$

La condició és compleix, per tant s'assegura que l'estructura de la cadira no bolca sota les condicions especificades a normativa.

Butaca

$$F_1 * d_1 \geq F_2 * d_2$$

$$600 * (175 + 425) \geq 80 * (300 + 310)$$

$$360.000 \geq 48.800$$

La condició és compleix, per tant s'assegura que l'estructura de la butaca no bolca sota les condicions especificades a normativa.

Tamboret

La normativa especifica que pel tamboret la força F2 a aplicar és de 20 Newtons, ja que té en compte un tamboret sense respatl·ler. En el cas d'aquest projecte, però, el tamboret comparteix mides amb el seient de la cadira i està dotat de respatl·ler, per tant s'aplicarà la mateixa condició que en els altres dos casos. La diferència estarà en que el valor b en aquest cas és l'altura del respatl·ler des de el seient (230mm).

$$F_1 * d_1 \geq F_2 * d_2$$

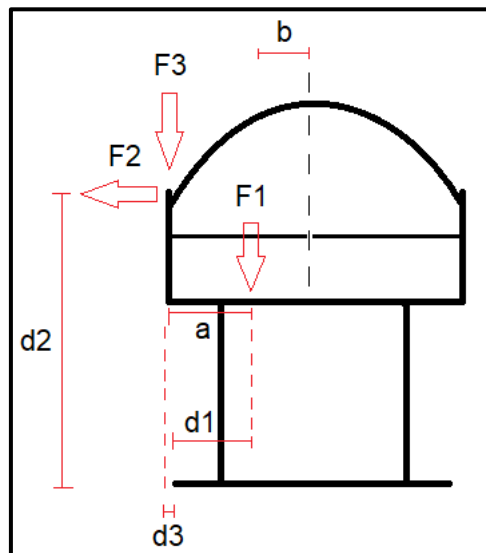
$$600 * (175 + 100) \geq 80 * (230 + 630)$$

$$165.000 \geq 68.800$$

La condició és compleix, per tant s'assegura que l'estructura del tamboret no bolca sota les condicions especificades a normativa.

Bolcada Lateral

Pel que fa a la bolcada lateral ens podem basar en aquest esquema simplificat:



Il·lustracions 159: Esquema de forces bolcada lateral

Aplicant la mateixa condició que anteriorment, tenim que l'estructura no bolcarà lateralment si:

$$F_1 * d_1 \geq F_2 * d_2$$

Les condicions que estipula la normativa per a la bolcada lateral són:

- $a = 50 \text{ mm}$ (cadira i tamboret)
- $b = 100 \text{ mm}$ (butaca)
- $d_1 = a + \text{distància fins extrem de la pota}$
- $d_2 = \text{punt més alt del reposa braços (punt més desfavorable)}$
- $d_3 = \text{distància des de punt d'aplicació de F3 i l'extrem de la pota}$
- $F_1 = 600 \text{ N}$ (cadira i tamboret)
- $F_1 = 250 \text{ N}$ (butaca)
- $F_2 = 20 \text{ N}$
- $F_3 = 350 \text{ N}$ (butaca)

Cadira

$$F_1 * d_1 \geq F_2 * d_2$$

$$600 * (50 + 36,5) \geq 20 * 630$$

$$51.900 \geq 12.600$$

La condició és compleix, per tant s'assegura que l'estructura de la cadira tampoc bolca lateralment sota les condicions especificades. Així doncs es pot afirmar que la cadira és estable.

Butaca

Segons normativa la força F3 està aplicada a 37,5 mil·límetres de l'extrem exterior del reposa braços, tot i que per a fer la comprovació es negligirà aquesta mesura i es prendrà el punt més exterior del reposa braços. Al ser el punt més desfavorable, si compleix la condició en aquest cas també la complirà segons normativa.

$$F_1 * d_1 + F_3 * d_3 \geq F_2 * d_2$$

$$(250 * 200) + (350 * 32) \geq 20 * 540$$

$$61.200 \geq 10.800$$

Es compleix la condició de bolcada lateral, per tant es pot afirmar que la butaca també és estable.

Tamboret

$$F_1 * d_1 \geq F_2 * d_2$$

$$600 * (50 + 36,5) \geq 20 * 800$$

$$51.900 \geq 16.000$$

Finalment el tamboret també compleix amb la condició d'estabilitat. D'aquesta manera es conclou que tots els productes de la gama són estables.

14. Verificació dels resultats

Per tal de reafirmar els resultats obtinguts en totes les simulacions estàtiques, es realitzarà una senzilla comprovació sobre la primera iteració de les potes de la cadira. Es procedirà a analitzar la tensió màxima obtinguda per càlculs i es compararà amb la obtinguda al “simulation”.

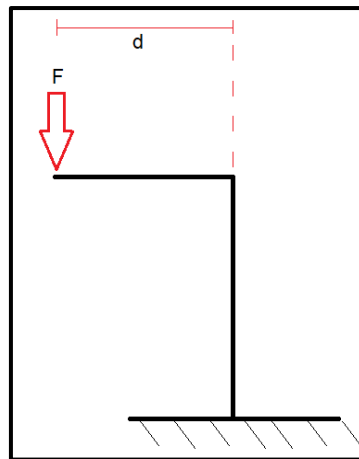
Sabem que l'expressió per a la tensió és la següent:

$$\sigma_{m\grave{a}x} = \frac{Mf}{W}$$

On

- Mf és el moment flexor al punt d'estudi
- W és el mòdul resistent de la secció

Basant-nos en el següent esquema simplificat:



Il·lustracions 160: Esquema de forces potes

Se suposa la unió entre les potes i el terra com un encastament, tal i com s'ha suposat a la simulació. Així doncs el moment que la força F generarà a l'encastament segueix la següent expressió:

$$Mf = F * d = 475 * 360 = 171.000 \text{ N/mm}$$

On

- $F = 950/2 = 475 \text{ N}$ (força repartida en dos potes)
- $d = 360 \text{ mm}$ aproximadament (obtingut del 3D)

Tot seguit passem a obtenir el moment de la secció de les potes, W . Per a una secció rectangular massissa (secció de les potes), W té la següent expressió:

$$W = \frac{b * h^2}{6} = \frac{50 * 6^2}{6} = 300 \text{ mm}^3$$

On

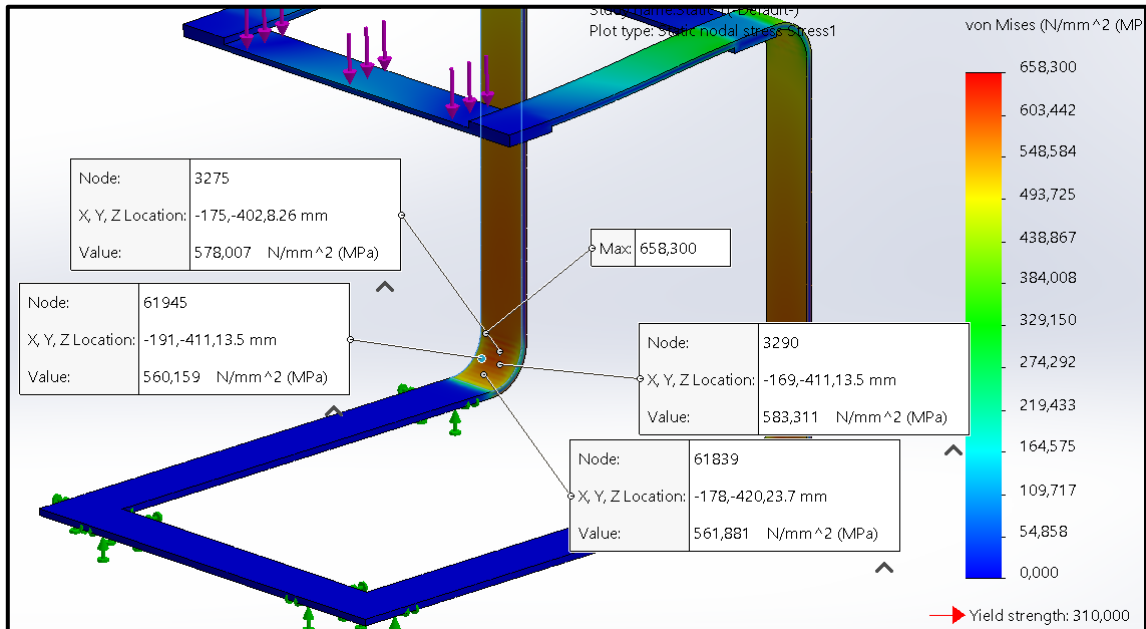
- $b = 50 \text{ mm}$
- $h = 6 \text{ mm}$



Per tant, substituït a l'equació de la tensió:

$$\sigma_{m\grave{a}x} = \frac{Mf}{W} = \frac{171.000 \text{ N/mm}}{300 \text{ mm}^3} = 570 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (MPa)}$$

S'obté que per càlculs la tensió màxima obtinguda a les potes de la cadira hauria de ser 570 MPa. El valor obtingut, però, era de 658,3 MPa. Per a comprovar que aquest valor no fos un error puntual s'ha estudiat els nodes al voltant d'aquesta regió:



Il·lustracions 161: Verificació dels resultats

Tal i com s'observa a la imatge, efectivament el valor de 658,3 MPa és, amb tota probabilitat, un error puntual. Obviant aquest valor s'hi es para atenció als 4 nodes que el rodegen, el seu valor oscil·la entre els 560 i els 580 MPa, donant una mitja de 570 MPa, idèntic al valor obtingut per càlculs. D'aquesta manera es confirma que els resultats obtinguts a la simulació són vàlids.

15. Pressupost

En aquest apartat es tractarà l'anàlisi de costos del projecte. Per a cada element de la gama de mobiliari es diferenciarien quatre costos principals:

- Cost de matèria prima: preu del material que conformarà l'element.
- Cost de fabricació: comptant les hores de l'operari, hores de maquinaria i altres elements necessaris per a produir l'element.
- Cost d'elements de compra: preu de tant els elements normalitzats com no normalitzats que es requereixin.
- Cost de desenvolupament del projecte: preu per hora involucrada en la realització del projecte.

Per a calcular el cost es tindran en compte el preu de **100 unitats**, ja que donada la gran despesa que suposa els útils de fabricació no tindria sentit fer l'estudi per a un sol element.

S'utilitzaran escandalls proveïts per l'empresa ITdC per fer el pressupost.

15.1 Cadira

15.1.1 Cost de la matèria prima

Component	Material	Llarg. (mm)	Ampl. (mm)	Gruix (mm)	Àrea (cm ²)	Unitats	Cost unitari	TOTAL
Seient	Xapa bedoll (AB)	1.300	800	1,2	10.400	289 (1)	2,16	624,24
Respatller	Xapa bedoll (AB)	1.300	800	1,2	10.400	193 (1)	2,16	416,88
Reposa braços	Xapa bedoll (AB)	800	600	1	4.800	167 (2)	1,2	200,4
Contra	Xapa bedoll (C)	800	600	1	4.800	5 (3)	0,7	3,5
Entapissat	Lli	1.000	1.400	-	14.000	2 (4)	29,95	59,9
	Escuma de poliuretà	105	3.500	20	3.675	1 (5)	22,21	22,21
	Cotó	1.000	2.800	-	28.000	1,5 (4)	10	15
Potes	AISI - 430	2.600	3.000	6	78.000	3	1.200 (€/t)	1.200
SUB TOTAL								2.542,13
IVA (21%)								533,85
Benefici industrial (25%)								635,53
TOTAL (100 u.)								3.711,51€

(1) l'àrea del respatller i del seient són, respectivament, d'uns 2.000 cm² i 3.000 cm². Multiplicant aquestes àrees per 10 s'obté l'àrea necessària per aconseguir el gruix de 12 mil·límetres (2m² i 3 m²). Així per 100 cadires caldran 200 m² de xapa pel respatller i 300 m² pel seient.

(2) l'àrea de la superfície del reposa braços és d'uns 400 cm², per tant multiplicant per 10 s'obté l'àrea necessària per aconseguir el gruix de 10 mm (4.000 cm²). Per a 100 cadires, per tant 200 reposa braços, es multiplica els 4.000 cm² per 200 (80 m²).

(3) l'àrea de la contra és 36,3 cm², multiplicant per 3 (capes necessàries per obtenir el gruix de 3 mm) s'obté que per una contra calen 109 cm². Per 100 cadires calen 200 contres, per tant 21.800 cm².

(4) l'àrea de la superfície de l'escuma de poliuretà és d'uns 151 cm², multiplicant per 200 aquesta àrea s'obté tant la tela de lli com el cotó necessaris per entapissar 100 cadires (3,02 m²).

(5) les dimensions de la contra són d'aproximadament 3,5 x 10,5 cm. Multiplicant per 200 l'amplada s'obté l'escuma de poliuretà necessària per 100 cadires (350 x 10,5 cm).

(6) les potes de la cadira es componen de 6 seccions de xapa d'acer diferents:

- 600 x 50 x 6
- 1.281 x 50 x 6 (2 seccions)
- 400 x 50 x 6 (2 seccions)
- 573 x 50 x 6

Per tant la mida de la xapa necessària serà de com a mínim 1.300 d'altura.

L'àrea combinada de la superfície de les potes és de 2.166 cm², per tant 216.000 cm² per 100 cadires. Amb 3 xapes de 2.600 x 3.000 mm s'obté una superfície combinada de 234.000 cm².

Aquesta àrea, multiplicada pel gruix de 6 mm equival a un volum de 140.400 cm³ (0,1404 m³). Multiplicant per la densitat de l'AISI 430 tenim que es necessita 1 tona per a fabricar 100 cadires.

NOTA: per la resta d'elements de la gama se seguirà el mateix criteri malgrat no explica-ho específicament com en aquest cas.

15.1.2 Cost elements de compra

Component	Descripció	Unitats	Cost unitari	TOTAL
Insert auto roscant	Insert TBH M4 x 8	800	0,17	136
Cargol cap avellanat	DIN 7991 M4 x 12	400	0,01	4
Cargol hexagonal	DIN 931 M4 x 18	400	0,07	28
Grapes	Dexter N.53 4mm	2 (*)	2,95	5,9
Adhesiu cianoacrilat	König 7003 50 grams	5 (**)	4,13	20,65
SUB TOTAL				194,55
IVA (21%)				40,86
Benefici industrial (25%)				48,64
TOTAL (100 u.)				284,05 €

(*) es considera que calen 20 grapes per cada contra del reposa braços (4.000 unitats en total). Les grapes venen en paquets de 2.400 unitats.

(**) es considera que per a l'assemblatge de 100 cadires es necessitaran 5 pots d'adhesiu de 50 grams.

15.1.3 Cost desenvolupament de la cadira

Enginyers	Hores de feina	€/h	TOTAL
1	150	30	4.500 €

15.1.4 Cost de fabricació

Component	Procés	Hores operari/ màquina	€/h operari	€/h màquina	Preu material	TOTAL
Seient	Motlle (1)	2 / 4	20	20,4 (5)	120 (6)	1.355,8
	Encolat (2)	17 / -			18 (7)	
	Premsat	- / 17			-	
	Ventosa (1)	1 / 2			60 (6)	
	Mecanitzat (3)	1 / 5			-	
	Acabat (4)	8,33 / -			-	
Respatller	Motlle (1)	2 / 4	20	20,4 (5)	120 (6)	1.321,7
	Encolat (2)	17 / -			18 (7)	
	Premsat	- / 17			-	
	Ventosa (1)	1 / 2			60 (6)	
	Mecanitzat (3)	1 / 3,33			-	
	Acabat (4)	8,33 / -			-	
Reposa braços	Motlle	0,5 / 1	20	20,4	30	1.651,64
	Encolat	20 / -			20	
	Premsat	- / 33,3			-	
	Ventosa	0,5 / 0,3			15	
	Mecanitzat	0,3 / 12			-	
	Acabat	10 / -			-	
Contra (8)	Encolat	10 / -	20	20,4	4,5	636,9
	Premsat	- / 17			-	
	Mecanitzat	0,2 / 4			-	
Entapissat	Seccionat lli + cotó + poliuretà	7 / -	20	20,4	-	480
	Muntatge	17 / -	20	20,4	-	
Potes	Seccionat xapa	0,5 / 25	20	30	-	6.324
	Corbat	- / 150				
	Mecanitzat	0,2 / 2				
	Muntatge (soldadura)	50 / -				
	Muntatge Cadira (9)	50 / -	20	-	-	1.000
				SUB TOTAL		12.770,04
				IVA (21%)		2.681,7
				Benefici industrial (25%)		3.192,51
				TOTAL (100 u.)		18.644,2 €

- (1) Les hores del motlle i ventosa inclouen el temps de programació, mecanitzat, encolat i premsat. Tant per a 100 peces com per a 1.000 només cal un motllo/ventosa.
- (2) Per encolar les làmines que formen una peça es tarda uns 10 minuts. Operari i encoladora treballen conjuntament, només es compten les hores del operari en aquest cas.
- (3) En el mecanitzat s'inclou el temps de programació i el temps de mecanitzat de la màquina. Per mecanitzar un sol seient calen uns 3 minuts aproximadament.
- (4) L'acabat consta en polir el cantell de la peça i revisar possibles defectes. Aquest procés, per una peça, ronda els 5 minuts.
- (5) 0,34 €/min totes les màquines per treballar fusta (segons escandall ITdC).
- (6) Preu orientatiu del material necessari per un motllo. Per la ventosa és la meitat. Es considera que es fabrica amb tauler de DM de 2.440 x 1.220 x 16 (cada tauler costa uns 30€).
- (7) 0,18 € per una peça estàndard de 12 mm (segons escandall).
- (8) La contra del reposa braços utilitza el mateix motlle i ventosa que aquest.
- (9) Inclou els forats manuals a fer per l'operari, la col·locació de tots els inserts i cargols i el muntatge de subconjunts de la cadira.

15.1.5 PVP Cadira

Tipus de cost	Cost (€)
Cost de la matèria prima	3.711,51
Cost elements de compra	284,05
Cost desenvolupament cadira	4.500
Cost de fabricació	18.644,2
PVP (100 u.)	27.139,81 €

Dividint el PVP de 100 unitats entre 100 s'obté el preu d'una sola cadira, per tant seria de **271,4 €**.

Com a referència, la cadira que més competència directe fa en quan a disseny (Showtime Nude de Jaime Haydon) té un preu d'uns **730 €**.

15.2 Butaca

15.2.1 Cost de la matèria prima

Component	Material	Llarg. (mm)	Ampl. (mm)	Gruix (mm)	Àrea (cm ²)	Unitats	Cost unitari	TOTAL
Seient	Xapa bedoll (AB)	1.300	800	1,2	10.400	445	2,16	961,2
Contra seient	Xapa bedoll (C)	800	600	1	4.800	256	0,7	179,2
Respatller	Xapa bedoll (AB)	1.000	1.600	1,2	16.000	469	2,5	1.172,5
Contra respatller	Xapa bedoll (C)	1.000	800	1	8.000	259	0,75	194,25
Reposa braços	Xapa bedoll (AB)	800	600	1	4.800	300	1,2	360
Contra reposa braços	Xapa bedoll (C)	800	600	1	4.800	9 (3)	0,7	6,3
Entapissat	Lli	1.000	1.400	-	14.000	110 (4)	29,95	3.294,5
	Escuma de Poliuretà (*)	250	7.200	20	18.000	1	30,85	1.158,51
		520	50.000	50	26 (m ²)	1	411,68	
		825	56.000		46,2 (m ²)	1	715,98	
	Cotó	1.000	2.800	-	28.000	55 (4)	10	550
Potes (**)	AISI - 430	3.600	2.600	6	93.600	3	1.200 (€/t)	1.560
SUB TOTAL								9.436,46
IVA (21%)								1.981,66
Benefici industrial (25%)								2.359,12
TOTAL (100 u.)								13.777,24€

(*) s'ha diferenciat les superfícies del reposa braços, seient i respatller.

(**) les potes de la cadira es componen de 6 seccions de xapa d'acer diferents:

- 600 x 50 x 6
- 1.751 x 50 x 6 (2 seccions)
- 400 x 50 x 6 (2 seccions)
- 710 x 50 x 6

Per tant la mida de la xapa necessària serà de com a mínim 1.800 d'altura.

L'àrea combinada de la superfície de les potes és de 2.765 cm², per tant 276.500 cm² per 100 cadires. Amb 3 xapes de 3.600 x 2.600 mm s'obté una superfície combinada de 280.800 cm².

Aquesta àrea, multiplicada pel gruix de 6 mm equival a un volum de 168.480 cm³ (0,16848 m³). Multiplicant per la densitat de l'AISI 430 tenim que es necessita 1,3 tones per a fabricar 100 butaques.

15.2.2 Cost elements de compra

Component	Descripció	Unitats	Cost unitari	TOTAL
Insert auto roscant	Insert TBH M4 x 8	800	0,17	136
Cargol cap avellanat	DIN 7991 M4 x 12	400	0,01	4
Cargol hexagonal	DIN 931 M4 x 18	400	0,07	28
Grapes	Dexter N.53 4mm	3 (1)	2,95	51,6
	DexterN.140 10mm	19 (2)	2,25	
Tira metàl·lica flexible	"Ply grip" o "metal tack strip"	15 (3)	16,06	240,9
Adhesiu cianoacrilat	König 7003 50 grams	8 (4)	4,13	33,04
SUB TOTAL				493,54
IVA (21%)				103,64
Benefici industrial (25%)				123,39
TOTAL (100 u.)				720,57 €

(1) es considera que calen 30 grapes per cada contra del reposa braços (6.000 unitats en total). Les grapes venen en paquets de 2.400 unitats.

(2) es considera que cal un combinat de 200 grapes per fixar les contres del seient i respatller i per clavar la tira metàl·lica flexible a les contres (20.000 unitats en total). Les grapes venen en paquets de 1.080 unitats.

(3) el perímetre de la contra del respatller és de 2.590 mm i el del seient de 1.909 mm. Combinats, les dues contres tenen un perímetre d'aproximadament 4.500 mm. Per tant per 100 cadires calen 450 m de tira metàl·lica. Es distribueix en rotllos de 30 metres.

(4) es considera que per a l'assemblatge de 100 butaques es necessitaran 8 pots d'adhesiu de 50 grams.

15.2.3 Cost desenvolupament de la butaca

Enginyers	Hores de feina	€/h	TOTAL
1	150	30	4.500 €

15.2.4 Cost de fabricació

Component	Procés	Hores operari/ màquina	€/h operari	€/h màquina	Preu material	TOTAL
Seient	Motlle	2 / 4	20	20,4	150	1.400,8
	Encolat	17 / -			18	
	Premsat	- / 17			-	
	Ventosa	1 / 2			75	
	Mecanitzat	1 / 5			-	
	Acabat	8,33 / -			-	
Contra seient (1)	Encolat	8,33 / -	20	20,4	9	558,2
	Premsat	- / 17			-	
	Mecanitzat	0,2 / 2			-	
Respatller	Motlle	2 / 6	20	20,4 (5)	570 (6)	2.057,9
	Encolat	17 / -			18 (7)	
	Premsat	- / 17			-	
	Ventosa	1 / 3			285 (6)	
	Mecanitzat	1 / 3,33			-	
	Acabat	8,33 / -			-	
Contra respatller (1)	Encolat	8,33 / -	20	20,4	9	558,2
	Premsat	- / 17			-	
	Mecanitzat	0,2 / 2			-	
Reposa braços (2)	Motlle	0,5 / 1	20	20,4	30	1.662,62
	Encolat	20 / -			20	
	Premsat	- / 33,3			-	
	Ventosa	0,5 / 0,3			15	
	Mecanitzat	0,3 / 13			-	
	Acabat	10 / -			-	
Contra reposa braços	Encolat	10 / -	20	20,4	4,5	636,9
	Premsat	- / 17			-	
	Mecanitzat	0,2 / 4			-	
Entapissat	Seccionat lli + cotó + poliuretà	14 / -	20	20,4	-	1.280
	Muntatge	50 / -	20	20,4	-	
Potes	Seccionat xapa	0,5 / 25	20	30	-	6.324
	Corbat	- / 150				
	Mecanitzat	0,2 / 2				
	Muntatge (soldadura)	50 / -				
	Muntatge Butaca	67 / -	20	-	-	1.340
SUB TOTAL						15.818,62
IVA (21%)						3.321,91
Benefici industrial (25%)						3.954,66
TOTAL (100 u.)						23.095,2 €

- (1) La contra del seient i respatller utilitza el mateix motllo i ventosa que la peça principal.
- (2) El reposa braços de la butaca utilitza el mateix motlle i ventosa que el reposa braços de la cadira.

15.2.5 PVP Butaca

Tipus de cost	Cost (€)
Cost de la matèria prima	13.777,24
Cost elements de compra	720,57
Cost desenvolupament cadira	4.500
Cost de fabricació	23.095,2
PVP (100 u.)	42.093,01 €

Dividint el PVP de 100 unitats entre 100 s'obté el preu d'una sola butaca, per tant seria de **420,93 €**.

15.3 Tamboret

15.3.1 Cost de la matèria prima

Component	Material	Llarg. (mm)	Ampl. (mm)	Gruix (mm)	Àrea (cm²)	Unitats	Cost unitari	TOTAL
Seient	Xapa bedoll (AB)	1.300	800	1,2	10.400	250	2,16	540
Respatller	Xapa bedoll (AB)	1.300	800	1,2	10.400	125	2,16	270
Potes (*)	AISI - 430	2.840	3.100	6	88.040	3	1.200 (€/t)	1.488
SUB TOTAL								2.298
IVA (21%)								482,58
Benefici industrial (25%)								574,5
TOTAL (100 u.)								3.355,08€

(*) les potes de la cadira es componen de 6 seccions de xapa d'acer diferents:

- 600 x 50 x 6
- 1.416 x 50 x 6 (2 seccions)
- 400 x 50 x 6 (2 seccions)
- 736 x 50 x 6

Per tant la mida de la xapa necessària serà de com a mínim 1.420 d'altura.

L'àrea combinada de la superfície de les potes és de 2.634 cm², per tant 263.400 cm² per 100 cadires. Amb 3 xapes de 2.840 x 3.100 mm s'obté una superfície combinada de 264.120 cm².

Aquesta àrea, multiplicada pel gruix de 6 mm equival a un volum de 158.472 cm³ (0,158472 m³). Multiplicant per la densitat de l'AISI 430 tenim que es necessiten 1,24 tones per a fabricar 100 tamborets.

15.3.2 Cost elements de compra

Component	Descripció	Unitats	Cost unitari	TOTAL
Insert auto roscant	Insert TBH M4 x 8	800	0,17	136
Cargol cap avellanat	DIN 7991 M4 x 12	400	0,01	4
Cargol hexagonal	DIN 931 M4 x 18	400	0,07	28
Tauler contraxapat bedoll	Tauler 495 x 1.000mm	1	26	26
Adhesiu cianoacrilat	König 7003 50 grams	1 (*)	4,13	4,13
SUB TOTAL				198,13
IVA (21%)				41,6
Benefici industrial (25%)				49,53
TOTAL (100 u.)				289,26 €

(*) un sol pot d'adhesiu es suficient per enganxar els 400 taps.

15.3.3 Cost desenvolupament del tamboret

Enginyers	Hores de feina	€/h	TOTAL
1	150	30	4.500 €

15.3.4 Cost de fabricació

Component	Procés	Hores operari/m màquina	€/h operari	€/h màquina	Preu material	TOTAL
Seient	Motlle	2 / 3	20	20,4	120	1.325,2
	Encolat	17 / -			18	
	Premsat	- / 17			-	
	Ventosa	1 / 1,5			60	
	Mecanitzat	1 / 5			-	
	Acabat	8,33 / -			-	
Respatller	Motlle	2 / 2	20	20,4	60	1.170,5
	Encolat	17 / -			18	
	Premsat	- / 17			-	
	Ventosa	1 / 1			30	
	Mecanitzat	1 / 3,33			-	
	Acabat	8,33 / -			-	
Taps	Mecanitzat	0,2 / 0,25	20	20	-	9
Potes	Seccionat xapa	0,5 / 25	20	30	-	6.324
	Corbat	- / 150				
	Mecanitzat	0,2 / 2				
	Muntatge (soldadura)	50 / -				
	Muntatge tamboret	30 / -	20	-	-	600
SUB TOTAL						9.428,7
IVA (21%)						1.980,03
Benefici industrial (25%)						2.357,18
TOTAL (100 u.)						13.765,9 €

15.3.5 PVP Tamboret

Tipus de cost	Cost (€)
Cost de la matèria prima	3.355,08
Cost elements de compra	289,26
Cost desenvolupament cadira	4.500
Cost de fabricació	13.765,9
PVP (100 u.)	21.910,24 €

Dividint el PVP de 100 unitats entre 100 s'obté el preu d'un sol tamboret, per tant seria de **219,10 €**.

16. Renderitzats

Cadira



Butaca



Tamboret



17. Conclusions

Mirant enrere als objectius que m'havia plantejat complir amb la realització d'aquest projecte puc afirmar que s'han complert. És cert que el si s'ha aconseguit dissenyar una gama de cadirat atractiva o no és una opinió subjectiva, tot i així el que si puc assegurar és que conté característiques observades en alguns dels dissenys nous més populars. Així mateix després de l'estudi de càrregues també s'ha aconseguit complir l'objectiu de compliment de normativa.

La realització d'aquest projecte m'ha servit per ampliar els meus coneixements fins a punts que no hagués imaginat. Començant per l'estudi d'antecedents vaig poder introduir-me a un món que no havia tractat en els quatre anys que duia de grau: el disseny. L'interès per aquesta branca que va veure els seus orígens durant la meua estada a l'empresa ITdC ha anat augmentant al haver tingut l'oportunitat de veure, malgrat i que sigui superficialment, les diferents corrents de disseny durant els anys. Anàlogament, a l'aprofundir en el corbat de fusta i gràcies a l'experiència acumulada en empresa ha servit per aconseguir que aquest disseny no només fos atractiu, sinó que a més fos perfectament manufacturable, i el que és més, a un preu molt inferior a la competència.

També trobo de gran rellevància els coneixements adquirits dissenyant amb SolidWorks, tenint en compte que no tenia cap mena d'experiència amb el mòdul de superfícies.

En resum aquesta ha estat una experiència molt enriquidora que ha estat vital per al desenvolupament de coneixements adquirits al llarg del grau, i del que més satisfet quedo d'aquest treball és de les aptituds autodidactes que, sense adonar-me'n, m'ha forçat a adquirir.

18. Bibliografía

Presentaciones

- Santiago Raía Scialo (2011). Historia del diseño. Facultad de Artes y Diseño, Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza, Argentina).

Webs

Antecedents

- <https://www.wikipedia.com/>
- <http://www.carmenes.eu/portfolio/manolete/>
- <http://lievorealtherr.com/>
- <https://bdbarcelona.com/>
- <http://www.fargblanche.com/>
- <http://www.patriciaurquiola.com/>
- <http://gamfratesi.com/>
- <http://www.hayonstudio.com/>

Materials

- <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/usda/ah125.pdf>
- <https://www.acplasticsinc.com/informationcenter/r/7-different-types-of-plastic-and-how-they-are-used>
- http://www.plasticsintl.com/sortable_materials.php
- <https://www.curbellplastics.com/Research-Solutions/Plastic-Properties>
- <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr113/ch04.pdf>
- http://workshopcompanion.com/KnowHow/Design/Nature_of_Wood/3_Wood_Strength/3_Wood_Strength.htm
- www.matweb.com
- https://www.hanserpublications.com/samplechapters/9781569904015_9781569904015_designing%20plastic%20parts%20for%20assembly_tres.pdf
- http://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_375_Tableros_CONTRACHAPADOS_28.06.2011.pdf

Antropometria

- <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf>
- http://comisionnacional.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2001/14/artFondoTextCompl.pdf
- <http://woodmagazine.com>
- <http://ergo.human.cornell.edu/dea3250flipbook/dea3250notes/sitting.html>
- <http://mueblesdomoticos.blogspot.com/2010/12/medidas-para-disenar-sillas-o-asientos.html>
- <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/Muebles%20de%20asiento-Antropometria.pdf>
- https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/6964/kelly_caroline_I_2005_05_mast.pdf

Mètodes de fabricació

- <https://www.becker-brakel.de/en/moulded-wood/#beckerknow-how>
- <https://www.tecnocurve.es/conformado-mecanizado/>
- <http://www.gestiondecompras.com/es/productos/conformado-de-tubos-y-perfiles/conformado-de-tubos-y-perfiles>
- <http://comoratolliver.com/2016/03/17/advantages-and-disadvantages-of-hot-and-cold-bending/>
- <http://www.curva-man.com/curvado.htm>

Elements de compra

- <https://telasparatapizar.com/304-materiales>
- <https://www.ventadecolchones.com/149-piezas-a-medida-de-espuma-y-viscoelastica>
- <https://spanish.alibaba.com/product-detail/astm-aisi-409l-410-420-430-440c-stainless-steel-plate-sheet-coil-strip-301-304-316-321-60443736748.html?spm=a2700.8699010.normalList.31.5d575f5fX7Ujwh>
- <http://www.leroymerlin.es/fp/18210633/caja-de-grapas-dexter-n.140-10mm>
- <https://www.amazon.co.uk/Metal-Back-Tacking-Strip-Grip/dp/B01MTFIOT3>
- <https://www.bricoking.es/maderas-y-revestimientos/carpinteria/tablero-dm/tablero-fibrapan-o-dm-16mm-2440x1220>

Normes

- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE 11010:1989: Sillas, sillones y taburetes. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural. Madrid: AENOR, octubre 1989.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE 11011:1989: Sillas, sillones y taburetes. Métodos de ensayo para determinar la estabilidad. Madrid: AENOR, octubre 1989.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE 11020-1:1992: Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público. Características funcionales y especificaciones. Parte 1: Materiales y acabado superficial. Madrid: AENOR, març 1992.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE 11020-2:1992: Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público. Especificaciones y características funcionales. Resistencia estructural y estabilidad. Madrid: AENOR, gener 1992.

Treballs de Grau

- Oller, M. *Disseny de mobiliari modular per la seva adequació a l'espai de càrrega d'una furgoneta industrial*. Projecte de final de grau, UPC, Grau en enginyeria de disseny industrial i desenvolupament del producte, 2018.
- Quesada Montmany, J. *Diseño de muebles de cartón*. Projecte de final de grau, UPC, Grau en enginyeria de disseny industrial i desenvolupament del producte, 2017.
- Kelly, C. *The beauty of Fit: Proportion and Anthropometry in Chair Design*. Georgia Institute of Technology, Masters of Industrial design in the college of architecture, 2005.

Treballs referenciats al projecte


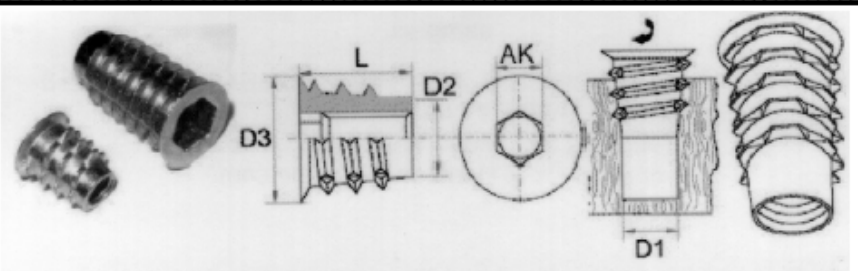
- BIFMA. (2005). BIFMA ergonomics guideline ultimate test for fit, 2005.
- Goonetilleke, R. & Song, F. (1997). An experimental study on seat depth. Paper presented at the ASEAN Ergonomics 97
- If the chair fits: All shapes and sizes. (2001). Retrieved December 11, 2004 (http://www.hermanmiller.com/hm/content/research_summaries/wp_If_the_Chair_Fits.pdf)
- Pheasant, S. (1986). Bodyspace: Anthropometry, ergonomics, and design. London; Philadelphia: Taylor & Francis.
- Cornell University. (2005). Anthropometric design. Retrieved April 12, 2005, from (<http://ergo.human.cornell.edu/DEA325notes/anthrodesign.html>)

Llibres

- SolidWorks Corporation. *Técnicas avanzadas de modelado de piezas*. Concord, Massachusetts 01742, EE.UU. Número de documento: PMT0072-ESP.
- Gómez González, S. *El gran libro de SolidWorks*. Barcelona: MARCOMBO, Ediciones técnicas 2008. ISBN: 978-84-267-1458-9.

19.2 Catàlegs

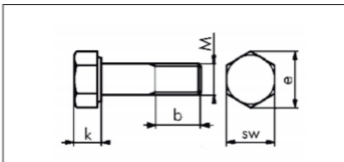
Insert TBH

	FICHE TECHNIQUE sous réserve de toutes modifications	41/TBH				
INSERT TETE AFFLEURANTE EMPREINTE HEXAGONALE CREUSE A VISSER DANS LE BOIS						
61 avenue de l'Europe - 78140 Vélizy-Villacoublay - Tel : 00 33 (0)1 78 74 32 00 - Fax : 00 33 (0)1 78 74 32 01						
						
REFERENCE	PAS METRIQUE M	LONGUEUR L	D1	D2	D3	AK
41/TBH040H100	M4	8	5.7/6	5.5	8.5	4
41/TBH050H100	M5	10	7.7/8	6.5	11.5	5
41/TBH050H130	M5	13	7.7/8	6.5	11.5	5
41/TBH060H100	M6	10	8.7/9	7.5	12.5	6
41/TBH060H130	M6	13	8.7/9	7.5	12.5	6
41/TBH060H200	M6	20	8.7/9	7.5	12.5	6
41/TBH060H250	M6	25	8.7/9	8	12.5	6
41/TBH080H130	M8	13	10.7/11	9.5	14.5	8
41/TBH080H250	M8	25	10.7/11	9.5	14.5	8
41/TBH100H130	M10	13	12.2/12.25	11.5	16	10
41/TBH100H250	M10	25	12.2/12.25	11.5	16	10

DIN 931



TORNILLO MÉTRICO HEXAGONAL DIN 931



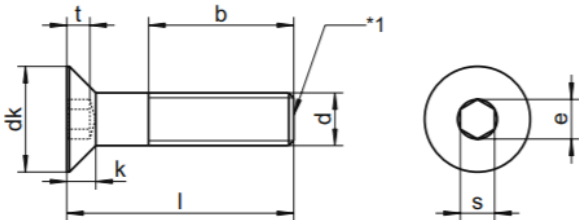
Según DIN 931 (ISO 4014).
1/2 rosa

Material	Tratamiento superficial	Resistencia	Art. N°
Acero	Bicromatado	8,8	0053 0 ...
	Zincado	8,8	0053 ...

	M4	M5	M 6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24	M27	M30	M36
b (hasta 25)	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	54	60	66	78
b (+125)	-	-	-	-	-	-	-	-	44	58	60	66	72	84
k	2,8	3,5	4	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5	15	17	18,7	22,5
sw	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	36	41	43	55

DIN 7991

DIN 7991 - sim. ISO 10642
Tornillo avellanado Allen



dk	6	8	10	12	16	20	24	30	36	39
k	1,7	2,3	2,8	3,3	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	14,0
s	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
b	12	14	16	18	22	26	30	38	46	54
t	1,2	1,8	2,3	2,5	3,5	4,4	4,6	5,3	5,9	10,3
e	2,30	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15	11,43	13,72	16,00
●	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
Long. / Ø	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
6	▲●	▲●	▲●							
8	▲●	▲●	▲●	▲●						
10	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●					
12	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●				
14	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●				
16	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●			
18	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●		
20	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●		
22	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●		
25	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	
30	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	
35	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
40	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
45		▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●

50		▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
55		▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
60		▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
65		▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
70		▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
75			▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
80			▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
90			▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
100			▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
110					▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
120					▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
130					▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
140					▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
150					▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
160					▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
UV	1000 ≥ 25 500	1000 ≥ 20 500 ≥ 30 200	500 ≥ 30 200 ≥ 90 100	500 ≥ 22 200 ≥ 45 100	200 ≥ 45 100 ≥ 70 50	200 ≥ 20 100 ≥ 65 50	50 ≥ 80 25	25	25 ≥ 100 10	10 ≥ 100 5

■ A1 / ▲ A2 / ● A4 | UV: Unidad de venta | Todas las medidas en mm | Otras dimensiones bajo pedido
 Ejemplo Art.-Nr.: 7991-2-8X40 DIN 7991 - A2 - M8 - l = 40mm - *1: achafanado según DIN 78

Làmines de Bedoll

KoskiVeneer

Chapas de abedul a medida de la mejor calidad

Las chapas de abedul se obtienen de tronco cortado con torno rotativo. Los groesos de KoskiVeneer van de 0.6 mm hasta 2.0 mm en un largo máximo de 2550 mm. También hay otras dimensiones especiales disponibles bajo pedido.

Nuestra capacidad productiva y disponibilidad de una excelente materia prima, aseguran el abastecimiento a nuestros clientes sin ningún problema durante todo el año. Nuestra moderna tecnología de producción hace posible la elaboración de chapa de abedul a medida para casi cualquier requerimiento especial de las industrias del mueble y carpintería.

No corremos ningún riesgo con la calidad de la chapa de abedul. Nuestros expertos profesionales aseguran que la línea de producción satisfaga los requerimientos de calidad y dimensiones de nuestros clientes.

KoskiVeneer está especialmente recomendado para: chapas para encimeras, caras decorativas para mamparas y paredes, chapado de marcos, revestimiento de puertas de paso, rechapado de molduras, asientos y respaldos de sillas, tarimas de madera rechapadas, chapas para tinter.

Ventajas

- ◆ Madera auténtica
- ◆ Resistencia técnica
- ◆ Resistente, excelente resistencia a la flexión
- ◆ Ahorra recursos naturales
- ◆ Material resistente y duradero
- ◆ Superficie atractiva



ECO-FRIENDLY



MULTI USE



EASY MACHINING



INDOOR USE



LOW EMISSION

Datos técnicos – KoskiVeneer

Contrachapado base	Chapa de abedul finlandés de corte rotativo
Calidades	A, AB, B, R, C, ABC, ABC parcheada, CD
Grueso	Estándar: 0,6 mm, 1,0 mm, 1,5 mm Especiales: 0,8 mm, 1,2 mm, 2,0 mm
Medidas	Medidas máximas 2550 x 1310 mm 1600 x 2550 mm Sin restricciones de dimensiones dentro de los máximos Corte a medida bajo pedido
Contenido de humedad	Calidad para caras, sobre 10-12 % en fábrica Chapas para construcción, sobre 4-8 % en fábrica

Información adicional

Medio ambiente

La madera, nuestra materia prima, es un material ecológico y renovable que almacena carbono a lo largo de todo su ciclo de vida. Nuestros productos de madera contrachapada se fabrican en Finlandia bajo los más estrictos principios de sostenibilidad. Dentro de la industria forestal finlandesa, Koskisen es una empresa pionera en el cuidado del medio ambiente que conoce al detalle la cadena de abastecimiento maderero. En Finlandia, la mayoría de los bosques son privados y sus propietarios responden a un firme compromiso en favor de la silvicultura y la explotación forestal a largo plazo. Cada año, los bosques finlandeses crecen más rápido de lo que se talan, lo cual garantiza una materia prima ecológica y sostenible.

Información adicional

La madera es un material vivo, lo que hace de cada tablero un producto único. Por ello, una imagen o muestra no puede representar toda la realidad de un tablero a tamaño real en lo que atañe a colores, tonalidades, formas, nudos, etc. Tenga en cuenta que pueden existir pequeñas variaciones de color en los distintos tableros.

Aunque la información proporcionada está basada en exhaustivas pruebas, únicamente se proporciona como una guía general y no implica garantía alguna. Nos reservamos el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso. Aquellos defectos que no puedan atribuirse de forma manifiesta a la fabricación del producto o a un error del proveedor son responsabilidad del usuario. Cualquier reclamación de indemnización quedará limitada al valor de los tableros defectuosos. El Vendedor no garantiza que los productos sean aptos para un uso específico, a menos que facilite una declaración escrita en la cual se manifiesta expresamente su idoneidad.

19.3 Plànols

Technical drawing of a mechanical part, likely a bracket or support, showing dimensions and tolerances. The drawing includes a top view and a side view.

Top View Dimensions:

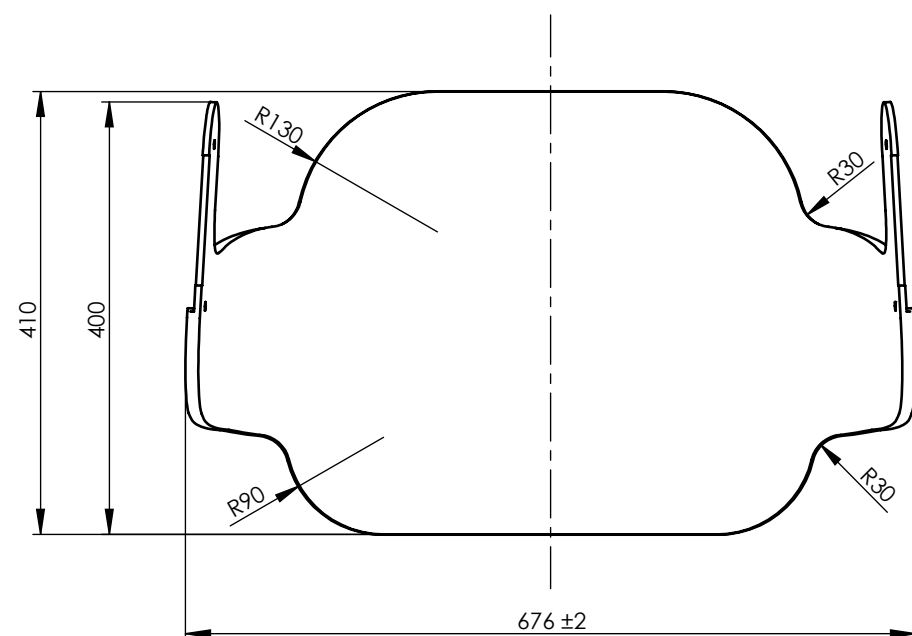
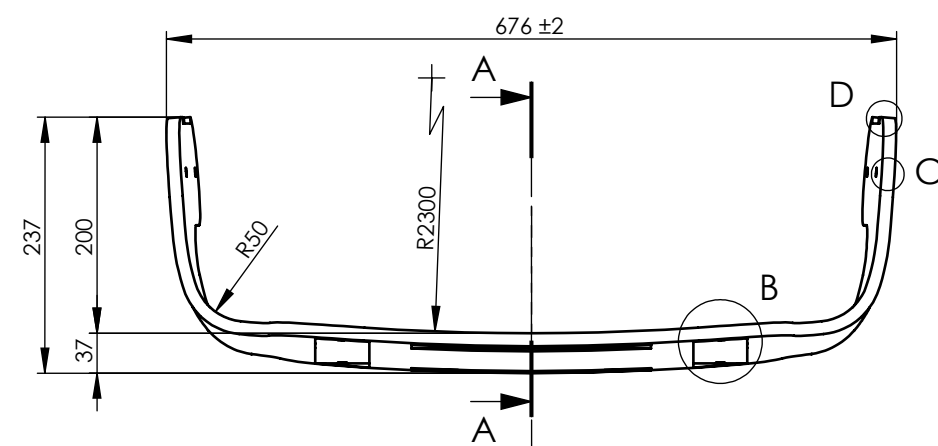
- Overall width: $350 \pm 0,1$
- Overall height: 410
- Distance from top edge to centerline: 217
- Distance from bottom edge to centerline: $267 \pm 0,1$
- Distance from left edge to centerline: 111
- Distance from right edge to centerline: 111
- Distance from left edge to first vertical feature: 51
- Distance from first vertical feature to centerline: $50 \pm 0,2$
- Distance from centerline to second vertical feature: $50 \pm 0,2$
- Distance from second vertical feature to right edge: 51
- Distance from top edge to first horizontal feature: 42
- Distance from first horizontal feature to centerline: $50 \pm 0,2$
- Distance from centerline to second horizontal feature: $50 \pm 0,2$
- Distance from second horizontal feature to bottom edge: 42
- Distance from left edge to first vertical feature: $50 \pm 0,20$
- Distance from first vertical feature to centerline: 39
- Distance from centerline to second vertical feature: 39
- Distance from second vertical feature to right edge: $50 \pm 0,2$
- Distance from top edge to first horizontal feature: 42
- Distance from first horizontal feature to centerline: $50 \pm 0,2$
- Distance from centerline to second horizontal feature: $50 \pm 0,2$
- Distance from second horizontal feature to bottom edge: 42

Side View Dimensions:

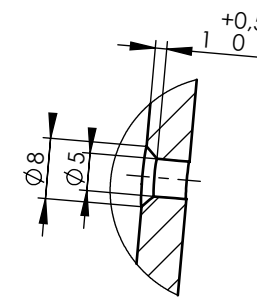
- Overall height: $67,5$
- Distance from top edge to centerline: $267 \pm 0,1$
- Distance from bottom edge to centerline: $267 \pm 0,1$
- Distance from left edge to centerline: 111
- Distance from right edge to centerline: 111
- Distance from left edge to first vertical feature: 51
- Distance from first vertical feature to centerline: $50 \pm 0,2$
- Distance from centerline to second vertical feature: $50 \pm 0,2$
- Distance from second vertical feature to right edge: 51
- Distance from top edge to first horizontal feature: 42
- Distance from first horizontal feature to centerline: $50 \pm 0,2$
- Distance from centerline to second horizontal feature: $50 \pm 0,2$
- Distance from second horizontal feature to bottom edge: 42

Other Dimensions:

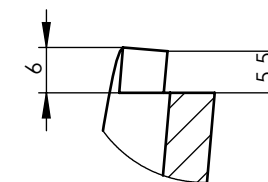
- Angle: $6,4^\circ$
- Radius: $R111$



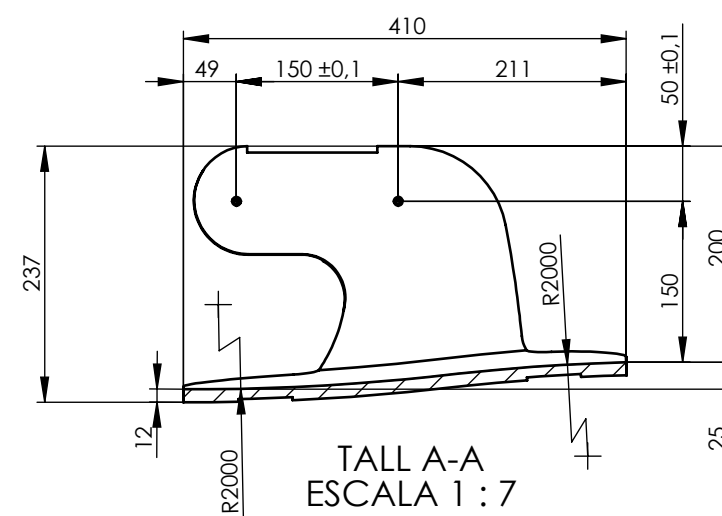
DETALL B
ESCALA 1 : 2



DETALL C
ESCALA 1 : 1



DETALL D
ESCALA 1 : 1




TALL A-A
ESCALA 1 : 7

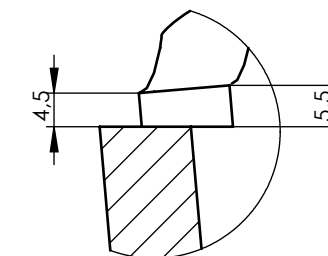
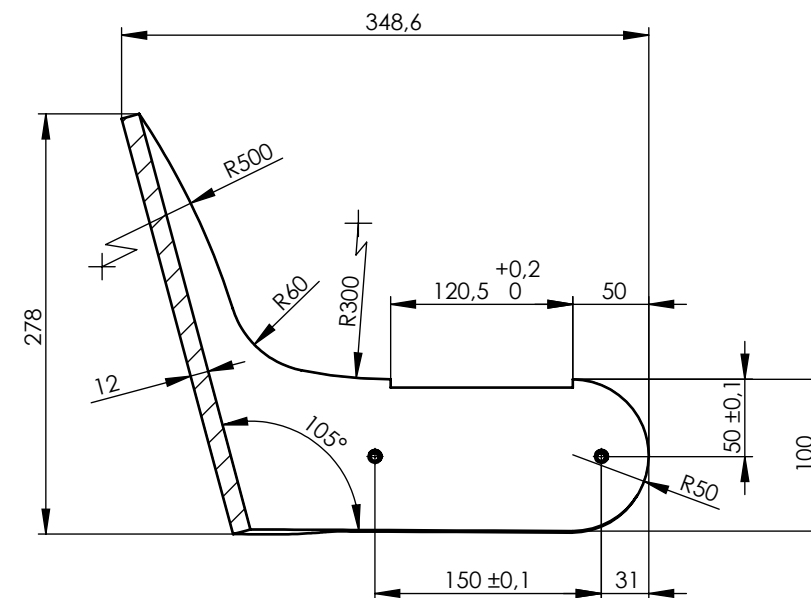
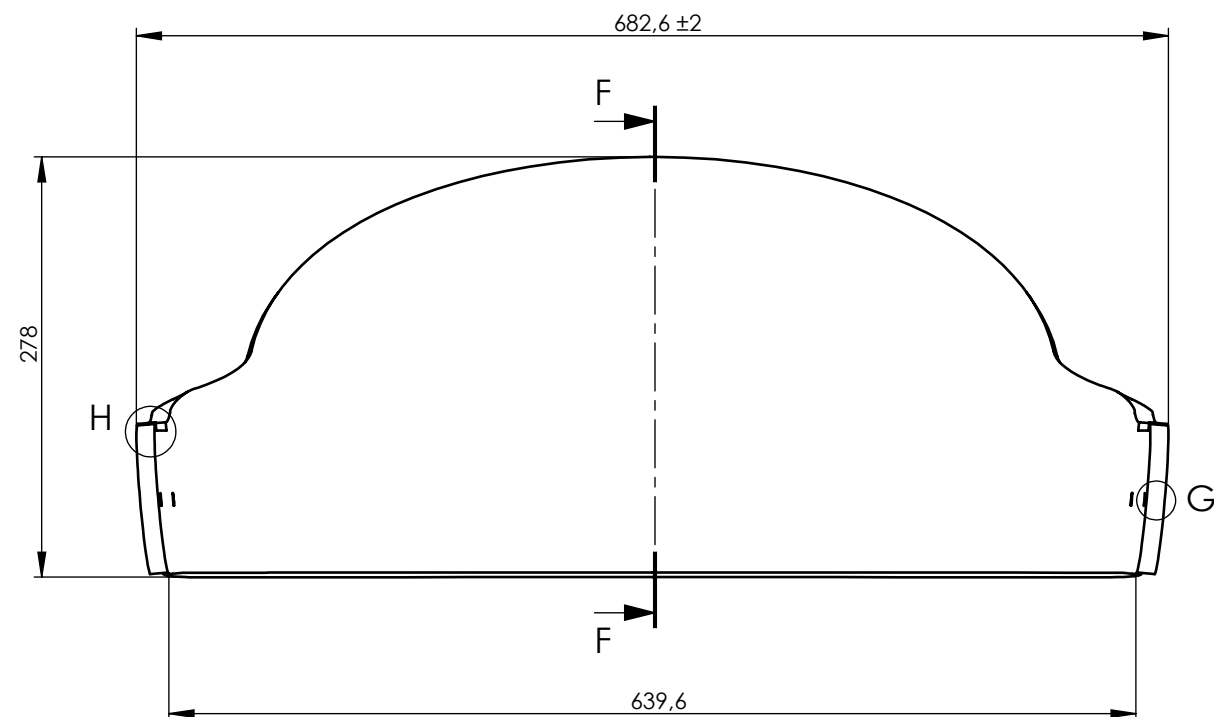
The technical drawing shows a mechanical component with the following specifications:

- Total Width:** 220 mm.
- Central Feature:** A rectangular feature labeled 'E' with a width of 120,5 mm and a height tolerance of +0,2 / 0 mm.
- Radii:** The part features several rounded corners and fillets with radii of R50, R90, R40, and R150.
- Surface Finish:** Two circular areas are marked with a cross-hatch symbol, indicating specific surface finish requirements.

DETALL E
ESCALA 1 : 2

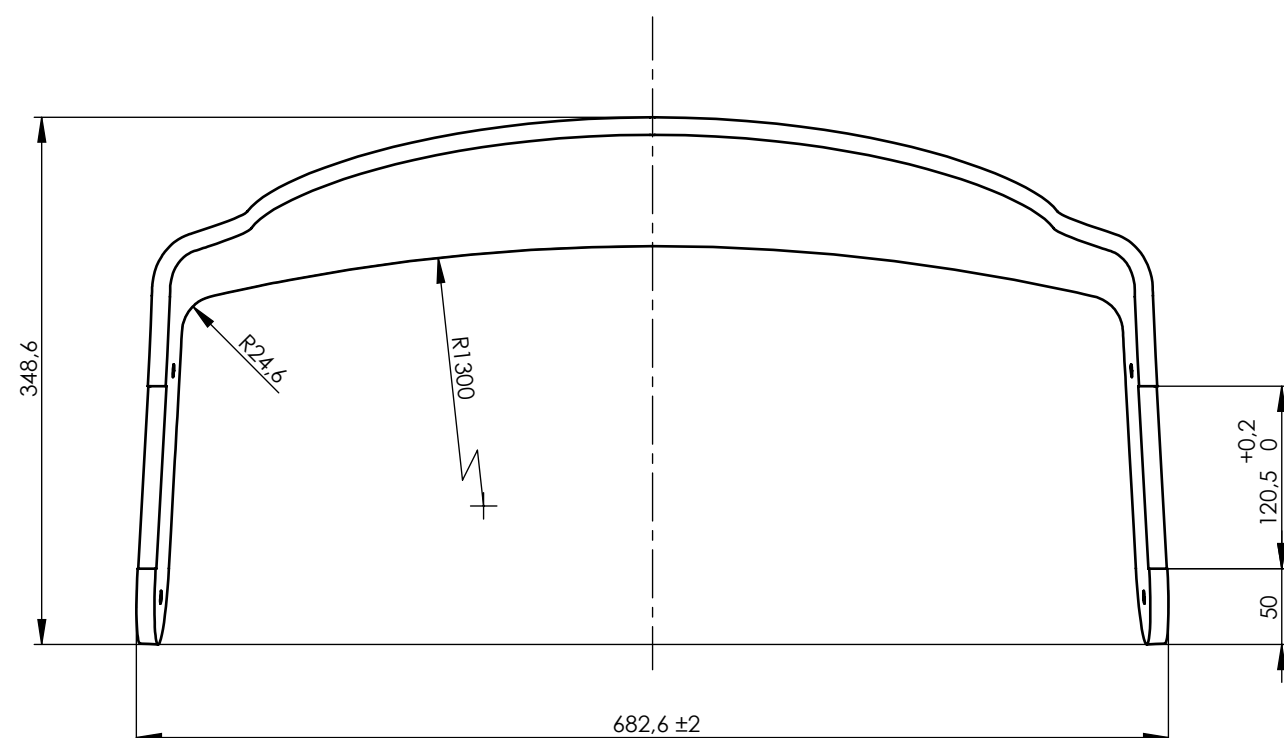
NOTA IMPORTANT:
Pulir contorn del seient amb
paper de vidre de gra 100

Denominació projecte: Cadira		Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognom i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)		Denominació plano: Seient cadira		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
		Codi plano: C - 01.01		Escala: 1:7	Fecha: 20/04/19	Calificación:

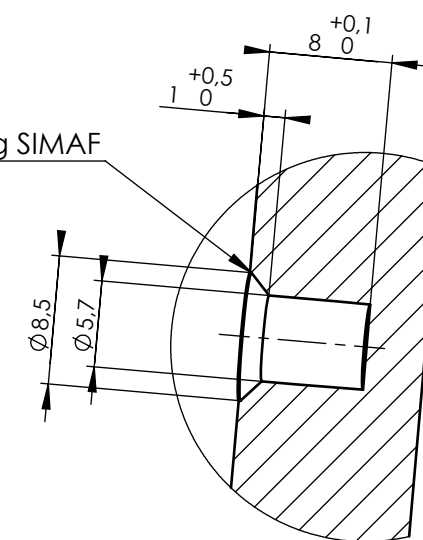


DETALL H
ESCALA 1 : 1

TALL F-F
ESCALA 1 : 5



mides segons catàleg SIMAF



DETALL G
ESCALA 2 : 1


NOTA IMPORTANT:

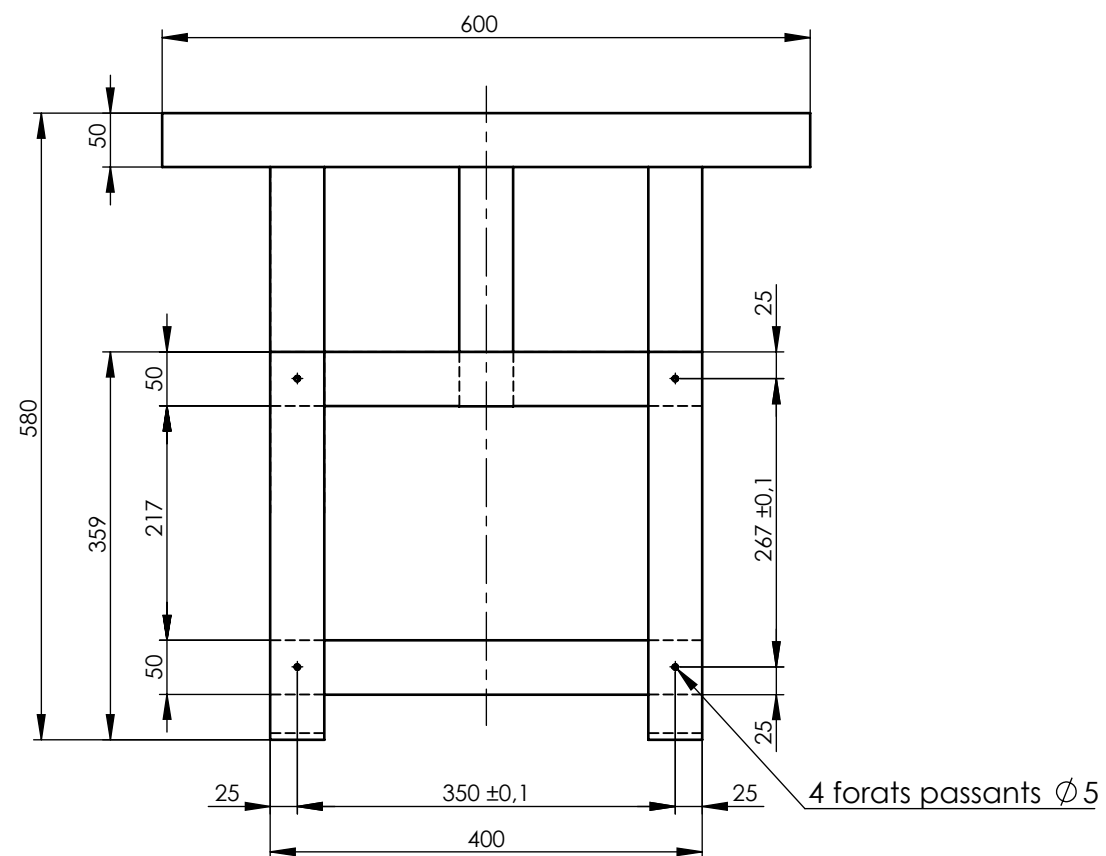
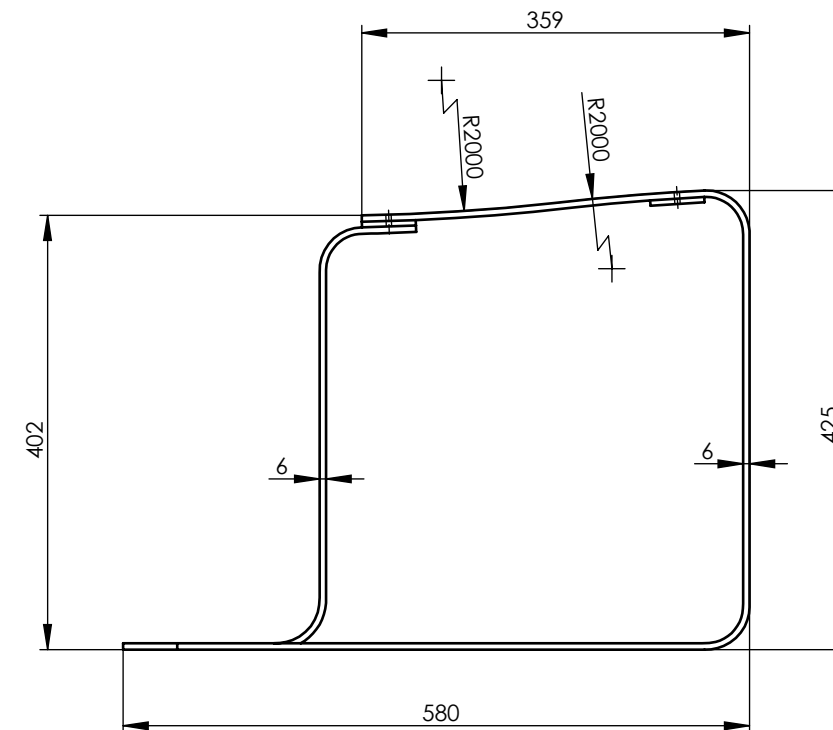
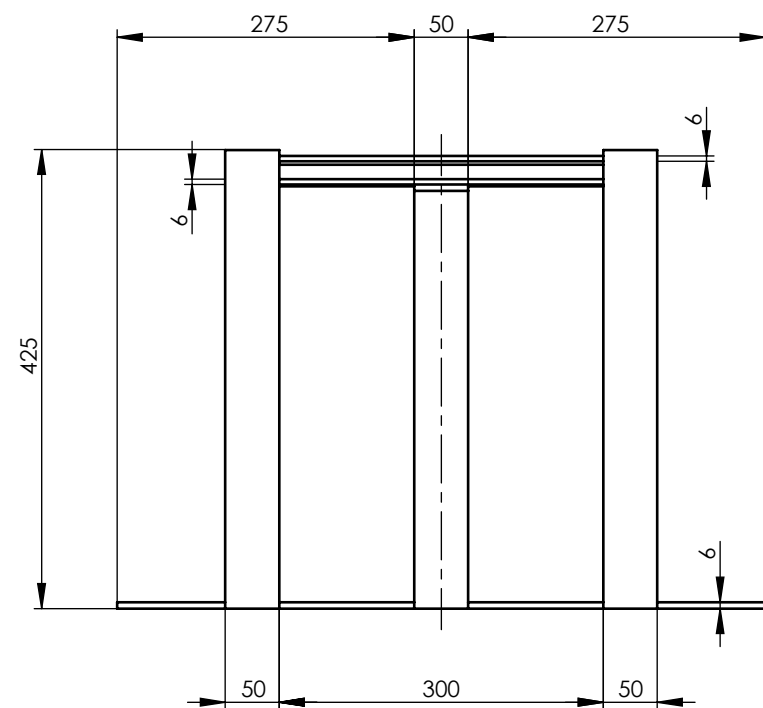
- Taladre de les aletes a realitzar per operari. Presentar el respatllet amb el seient i marcar el punt a taladrar.
- Avellanat dels taladres de les aletes a realitzar per operari. Avellanat entre 1 i 1,5 mm

NOTA: Radis de curvatura del respatllet constants al llarg de la peça


NOTA: Espessor del respatllet entre 11,7 i 12,3 mil·límetres

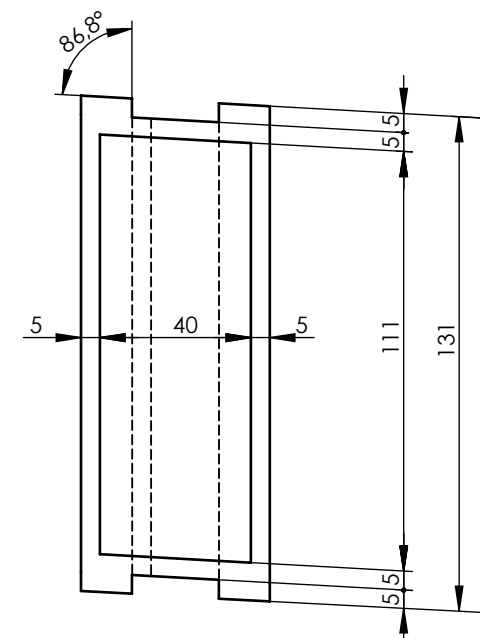
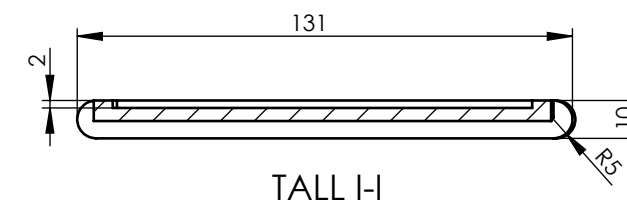
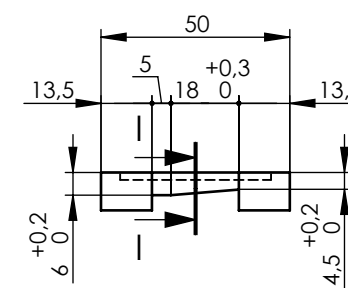
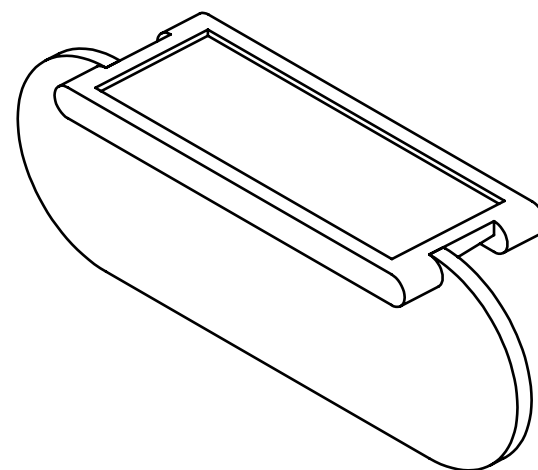
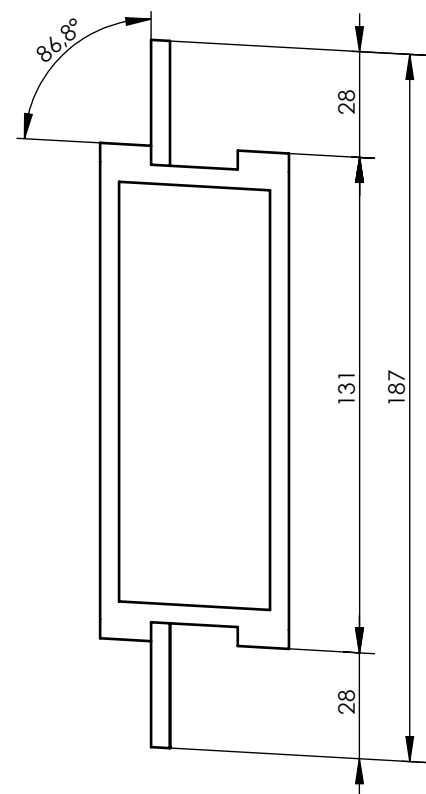
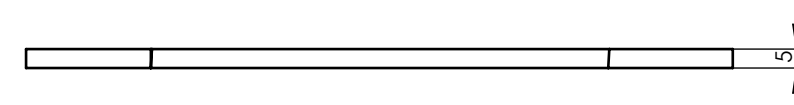
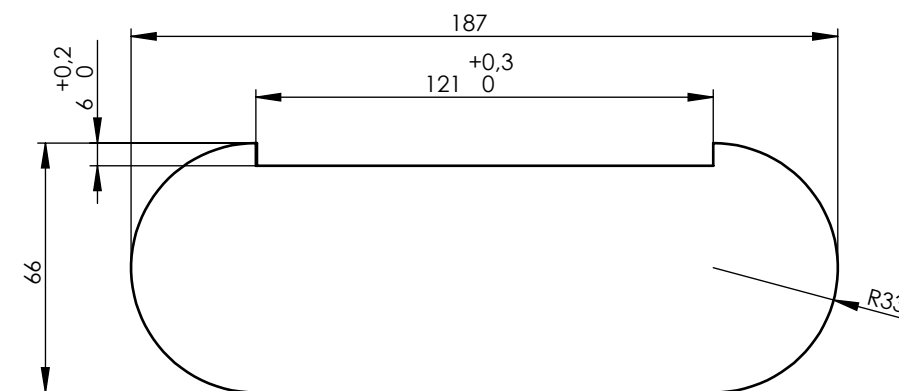
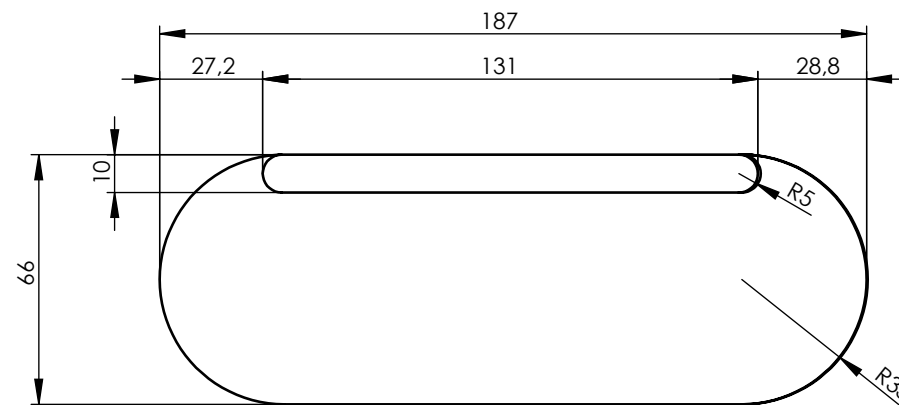
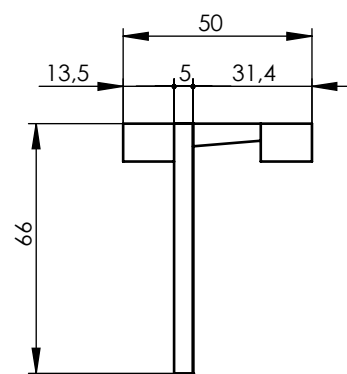
NOTA IMPORTANT:
Pulir contorn del respatllet amb paper de vidre de gra 100

Denominació projecte: Cadira	Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognom i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Respatller cadira		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano: C - 01.02		Escala: 1 : 5	Fecha: 20/04/19	Calificación:




NOTA: Tots els radis no acotats són R40

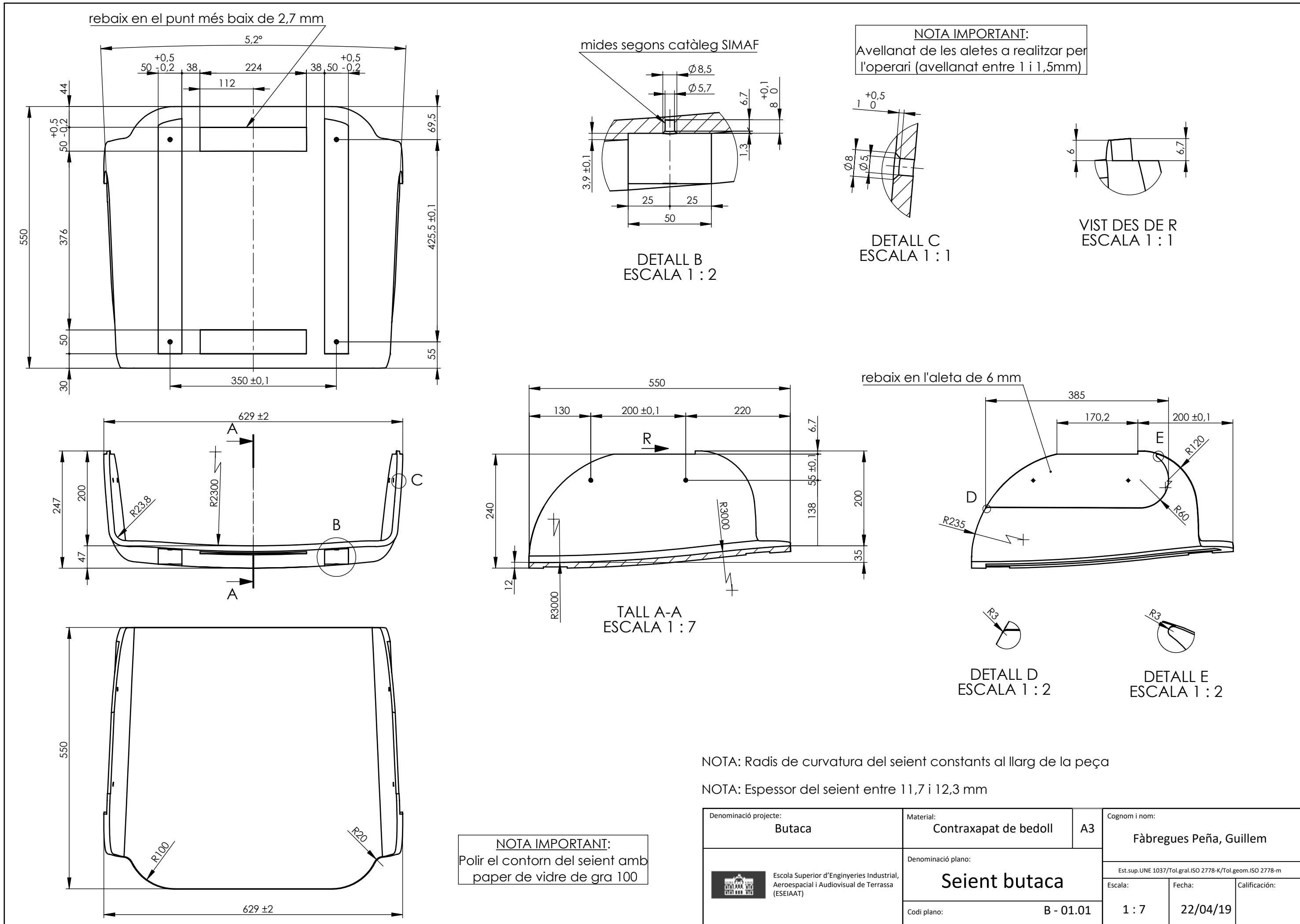
Denominació projecte: Cadira	Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognom i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Potes cadira		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano:	C - 01.03	Escala: 1 : 7	Fecha: 20/04/19	Calificación:

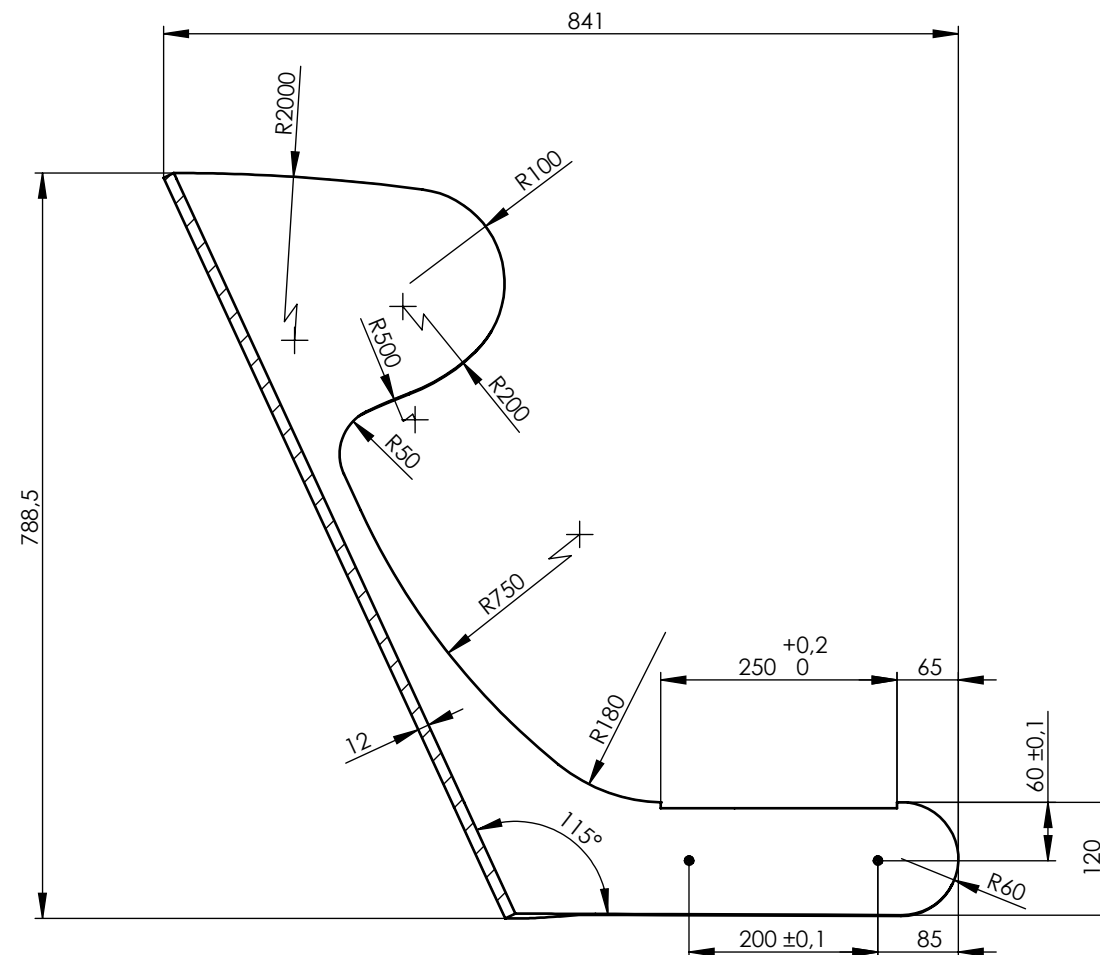
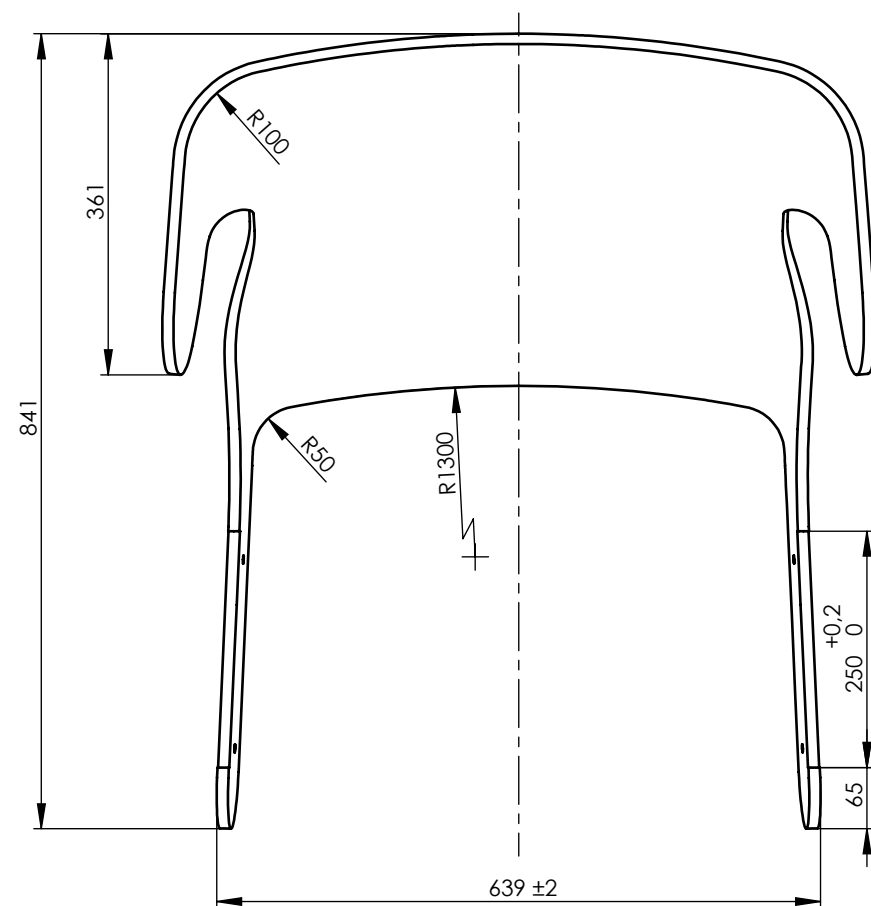
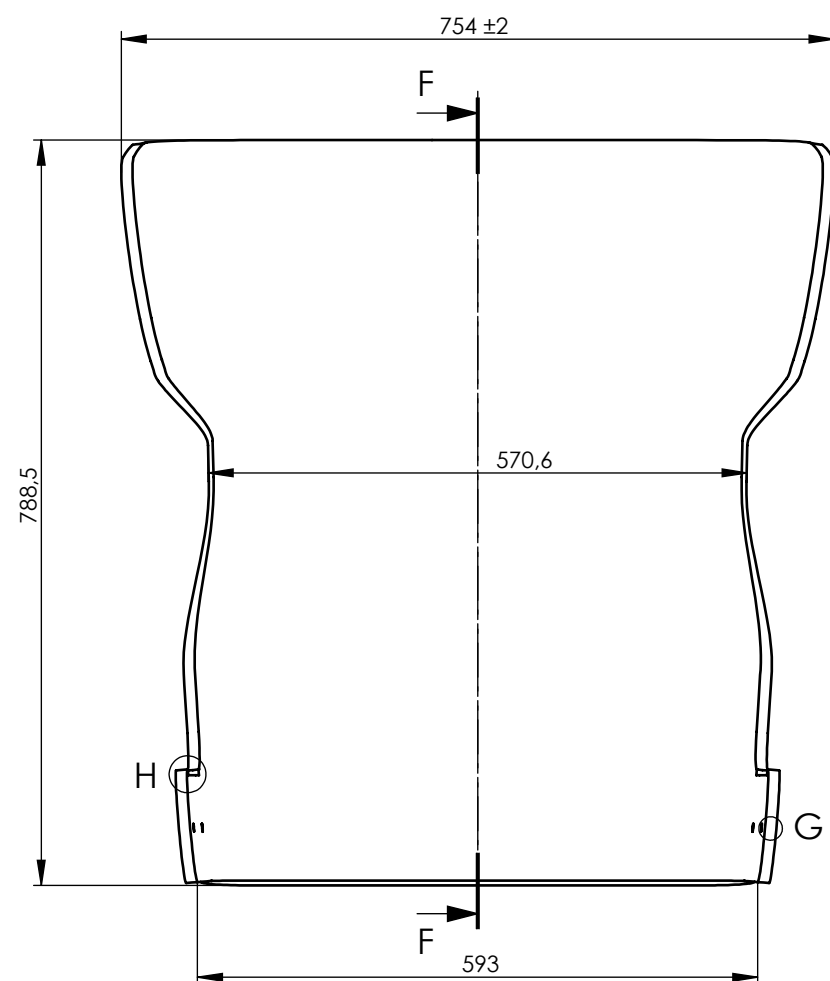


NOTA: Fer peça simètrica per al reposabraços dret

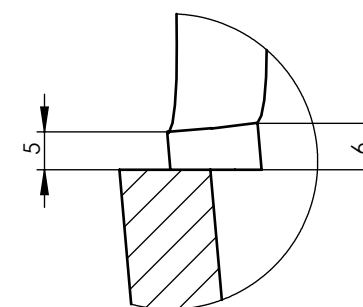
NOTA: Pulir tot el contorn dels components amb paper de vidre de grau 100

Denominació del projecte: Cadira	Material: Contraxapat bedoll	A3	Cognoms i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Reposa braços (conjunt i despeçament)		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano:	C - 01.04	Escala: 1 : 2	Data 16/4/19	Calificació:

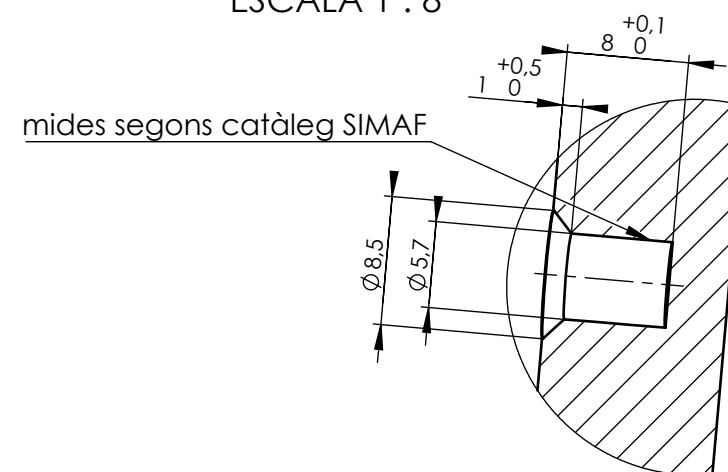




TALL F-F
ESCALA 1 : 8



DETALL H
ESCALA 1 : 1




DETALL G
ESCALA 2 : 1

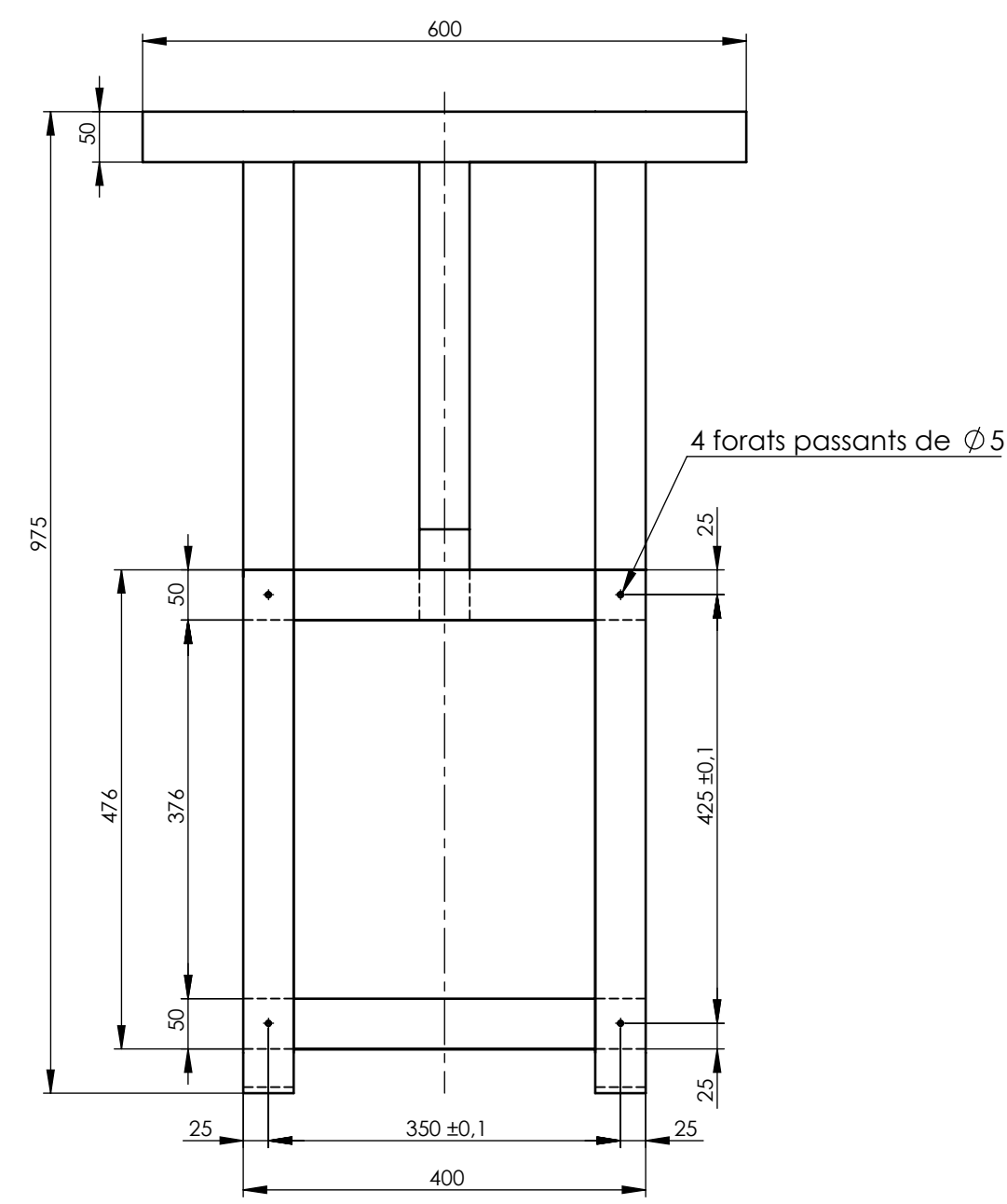
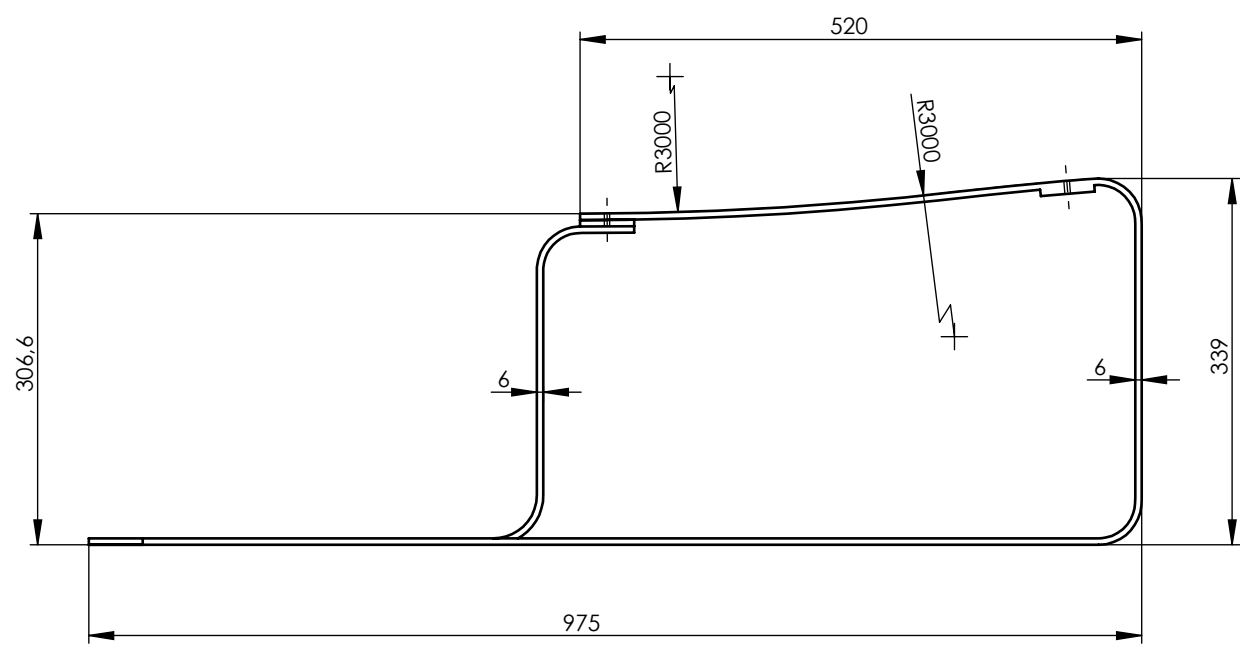
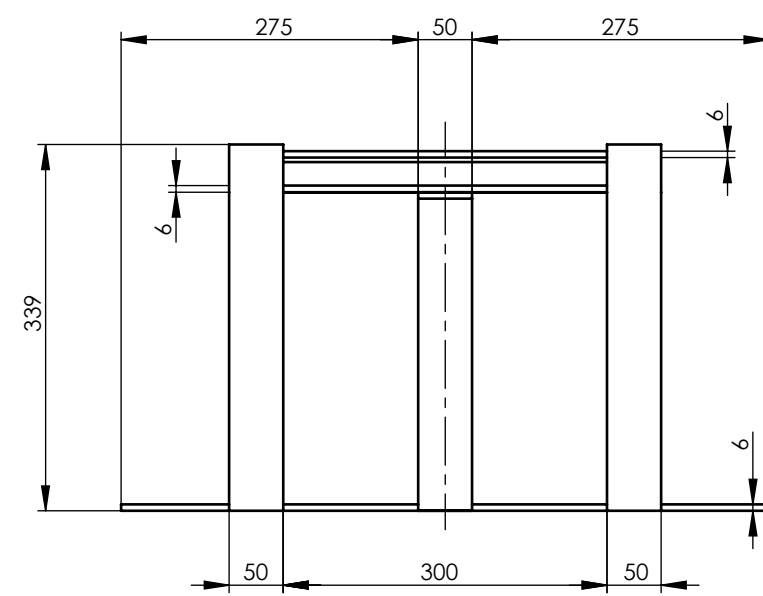
- NOTA IMPORTANT:**
- Taladre de les aletes a realitzar per operari. Presentar el respatllet amb el seient i marcar el punt a taladrar.
 - Avellanat dels taladres de les aletes a realitzar per operari. Avellanat entre 1 i 1,5 mm

NOTA: Radi de curvatura de 1300 constant al llarg de la peça


NOTA: Espessor del respatllet entre 11,7 i 12,3 mil·límetres

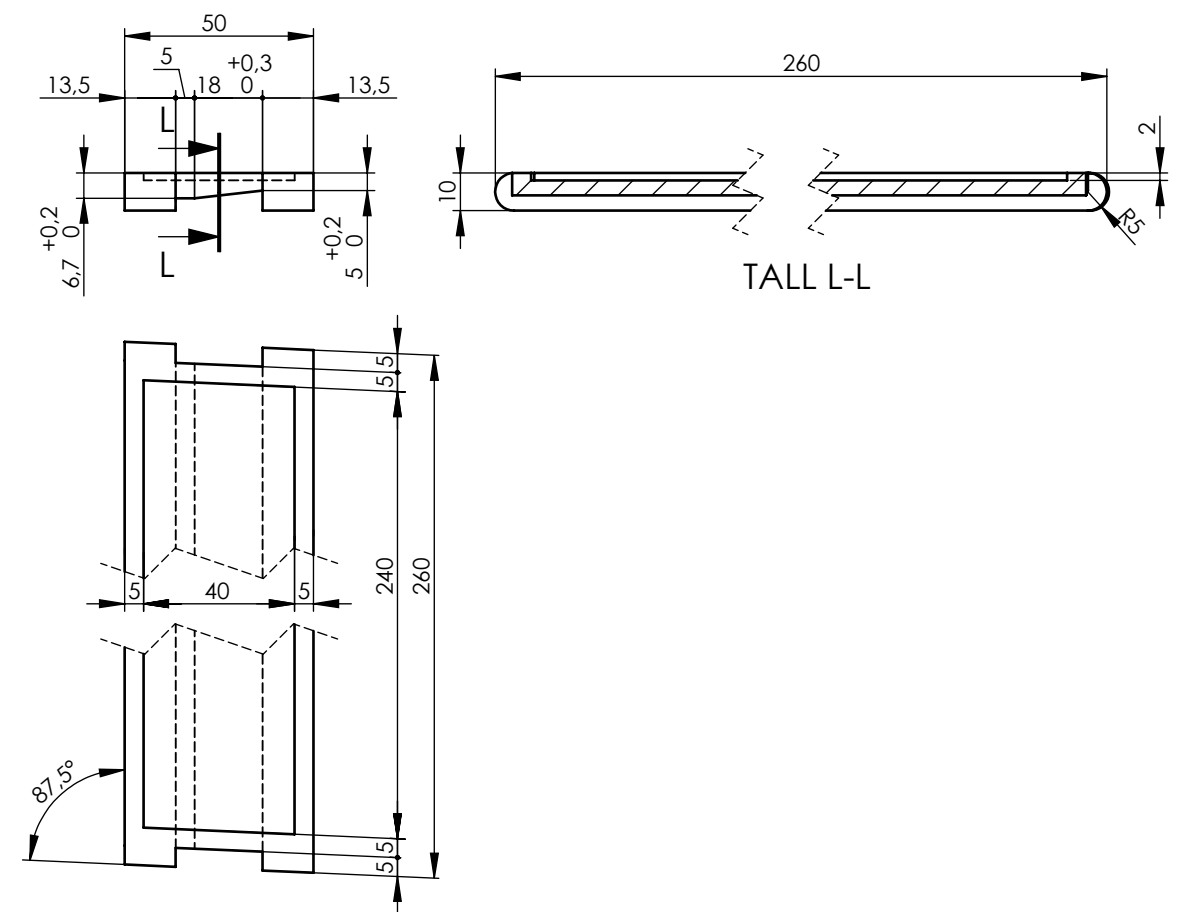
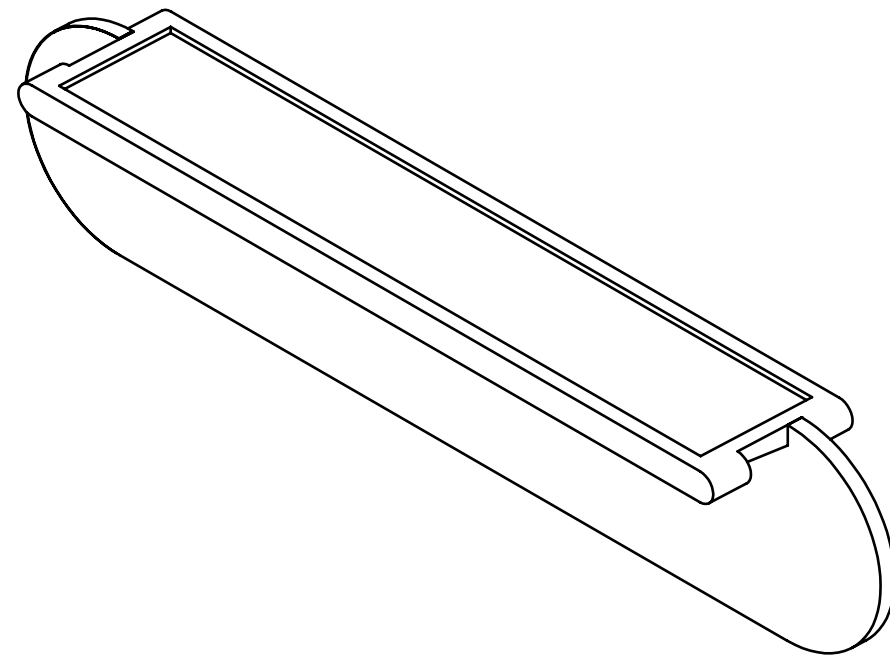
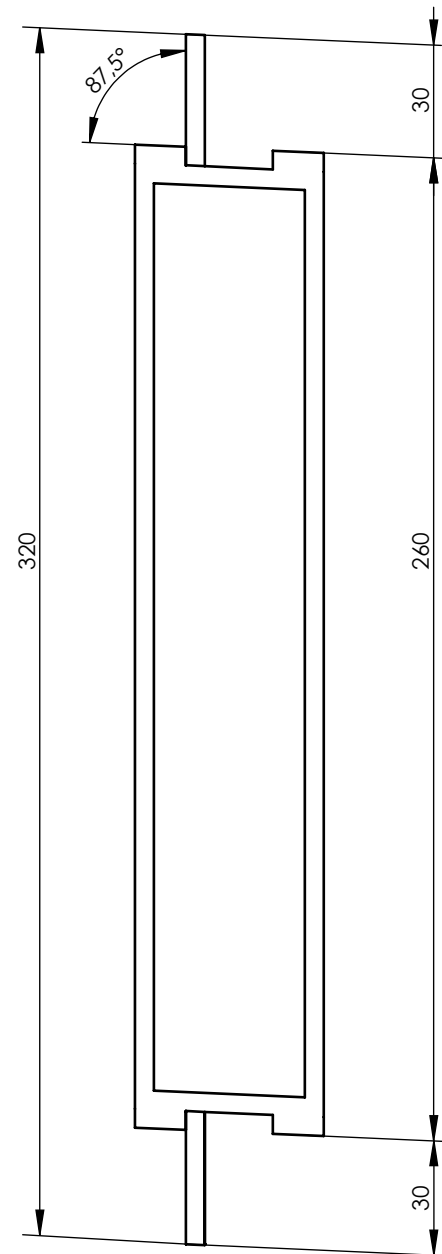
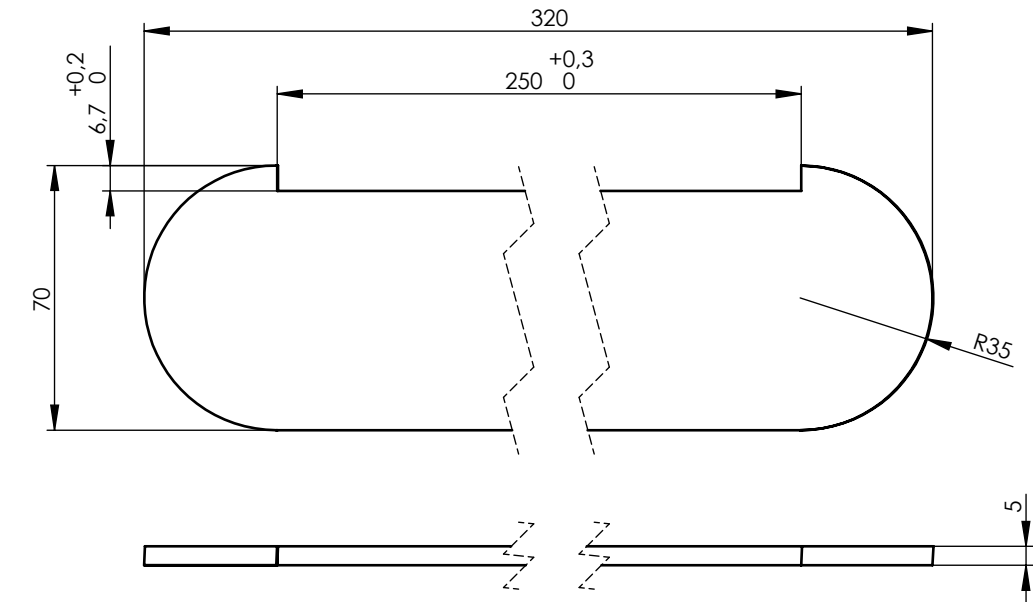
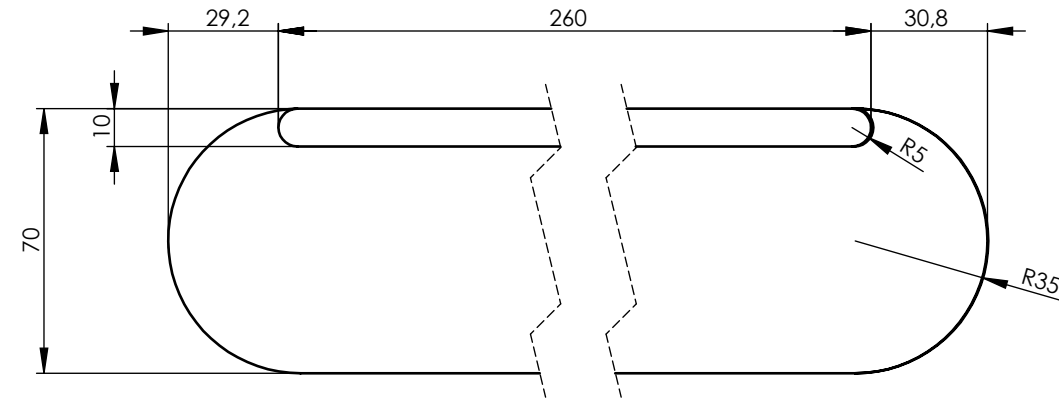
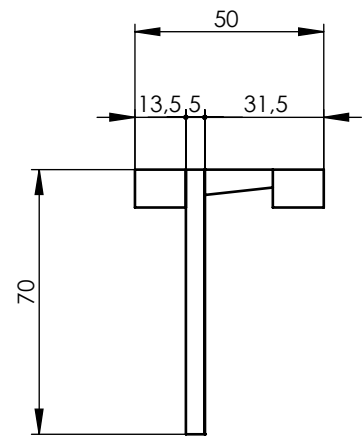
NOTA IMPORTANT:
Polir contorn del respatllet amb paper de vidre de gra 100

Denominació projecte: Butaca	Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognom i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Respatller Butaca		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano: B - 01.02		Escala: 1 : 8	Fecha: 22/04/19	Calificación:




NOTA: Tots els radis no acotats són R40

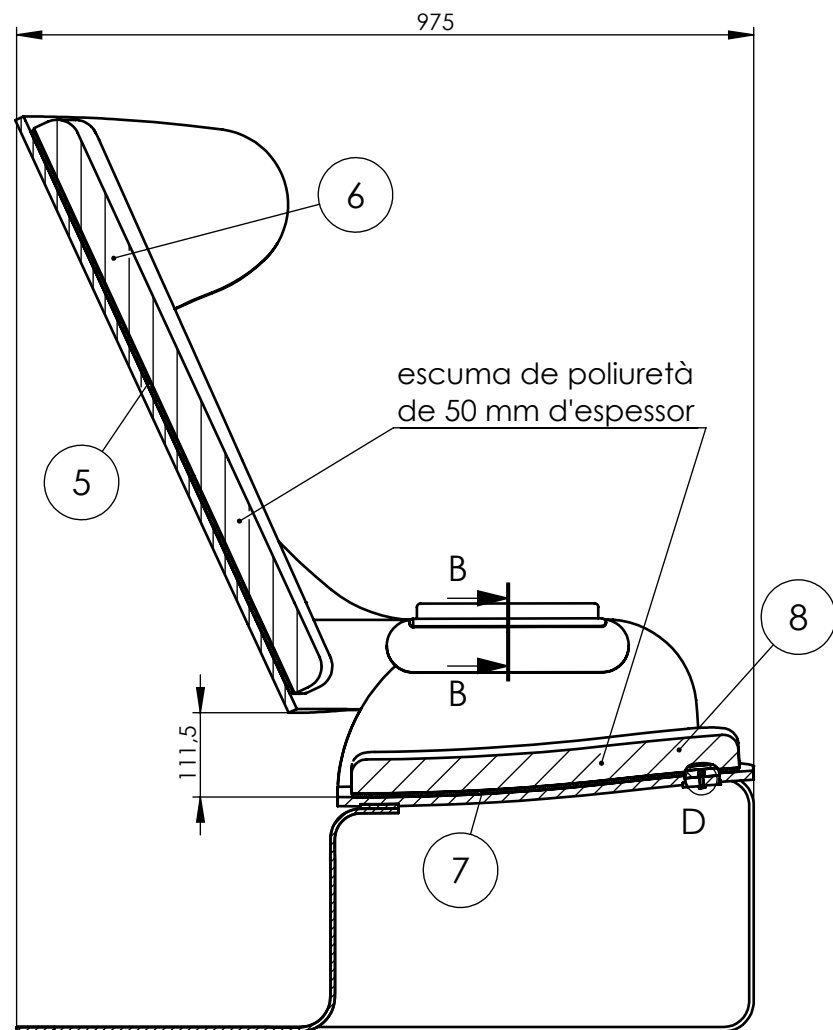
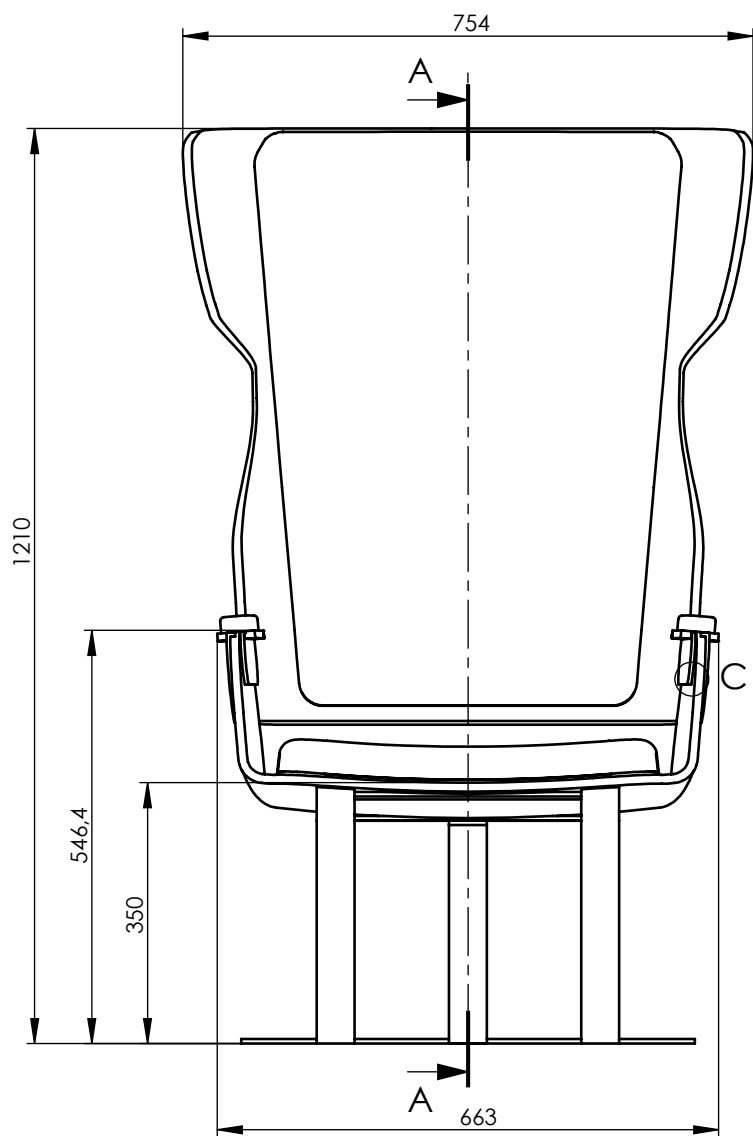
Denominació projecte: Butaca	Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognom i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Potes butaca		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano: B - 01.03		Escala: 1 : 7	Fecha: 22/04/19	Calificación:



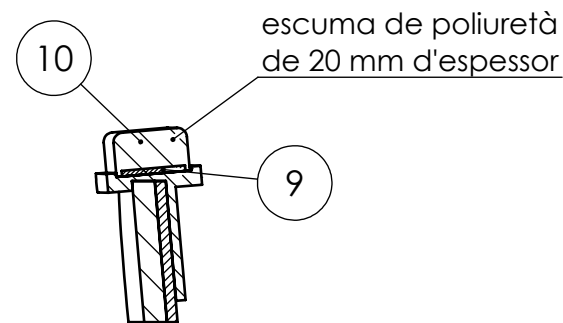
NOTA: Fer components simètrics per reposa braços dret

NOTA: Pulir tots el contorn dels components amb paper de vidre de gra 100

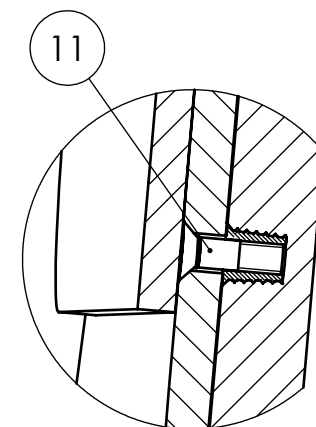
Denominació projecte:	Material:	A3	Cognom i nom:		
Butaca	Contraxapat de bedoll		Fàbregues Peña, Guillem		
	Denominació plano:		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Reposa braços butaca (conjunt i despeçament)		Escala:	Fecha:	Calificación:
	Codi plano:		1:2	21/04/19	



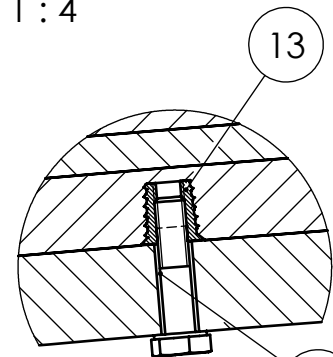
TALL A-A
ESCALA 1 : 10



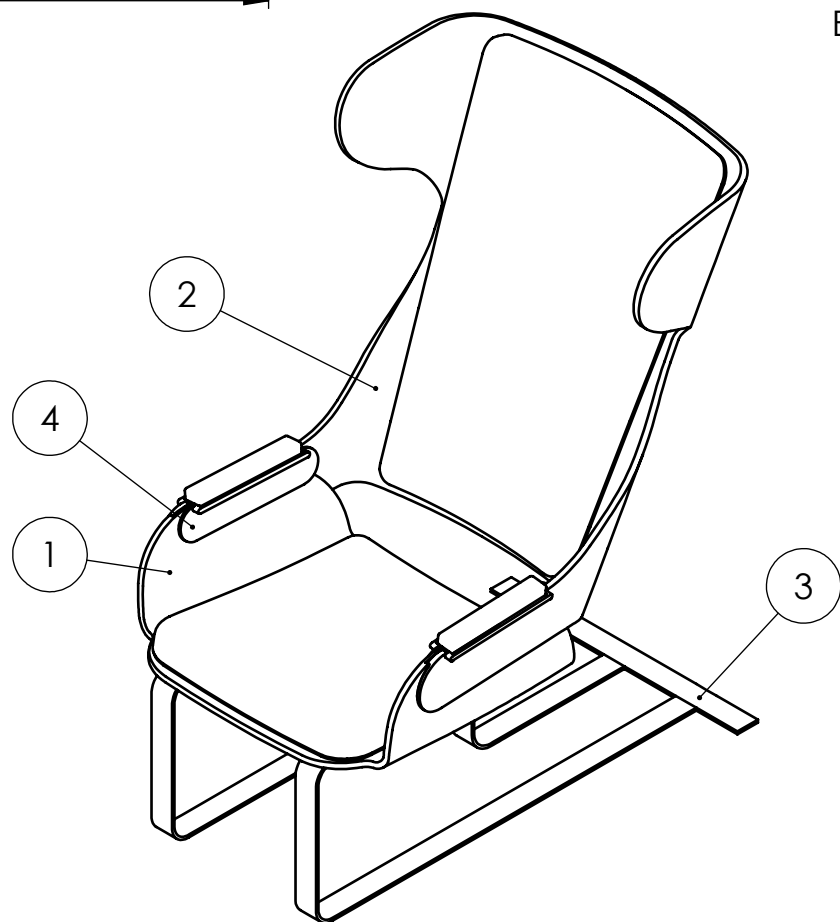
TALL B-B
ESCALA 1 : 4



DETALL C
ESCALA 1 : 1




DETALL D
ESCALA 1 : 1

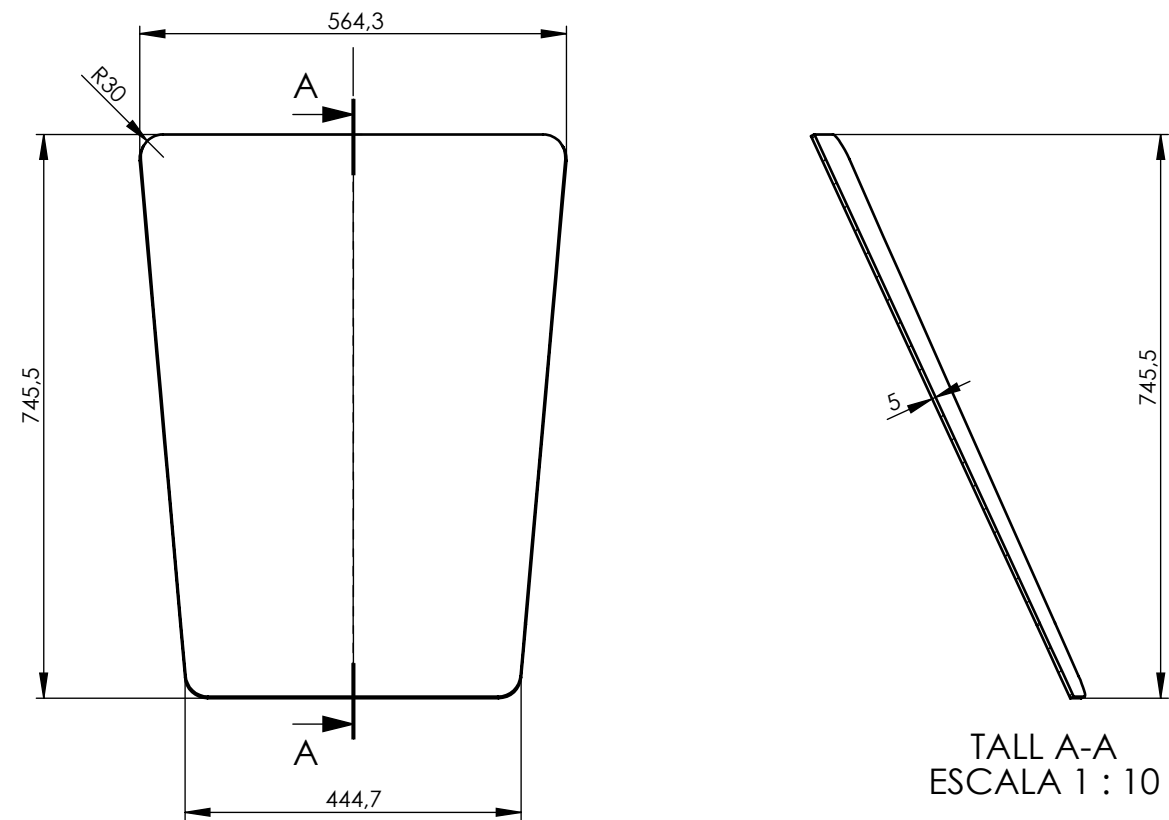


NOTA: 1+1 indica peça i peça simètrica

nº	Descripció	Material	Quant.
1	Seient butaca	Contraxapat de bedoll	1
2	Respatller butaca	Contraxapat de bedoll	1
3	Potes butaca	AISI - 430	1
4	Reposa braços butaca	Contraxapat de bedoll	1+1
5	Contra respatller	Contraxapat de bedoll	1
6	Entapissat respatller	Escuma de poliurité, cotó i lli	1
7	Contra seient	Contraxapat de bedoll	1
8	Entapissat seient	Escuma de poliurité, cotó i lli	1
5	Contra reposa braços	Contraxapat de bedoll	1+1
10	Entapissat reposa braços	Escuma de poliurité, cotó i lli	1+1
11	DIN 7991M4 x 12 (8.8)	Acer inox.	4
12	DIN 931 M4 x 18 (8.8)	Acer inox.	4
13	Insert TBH M4	Zamak	8

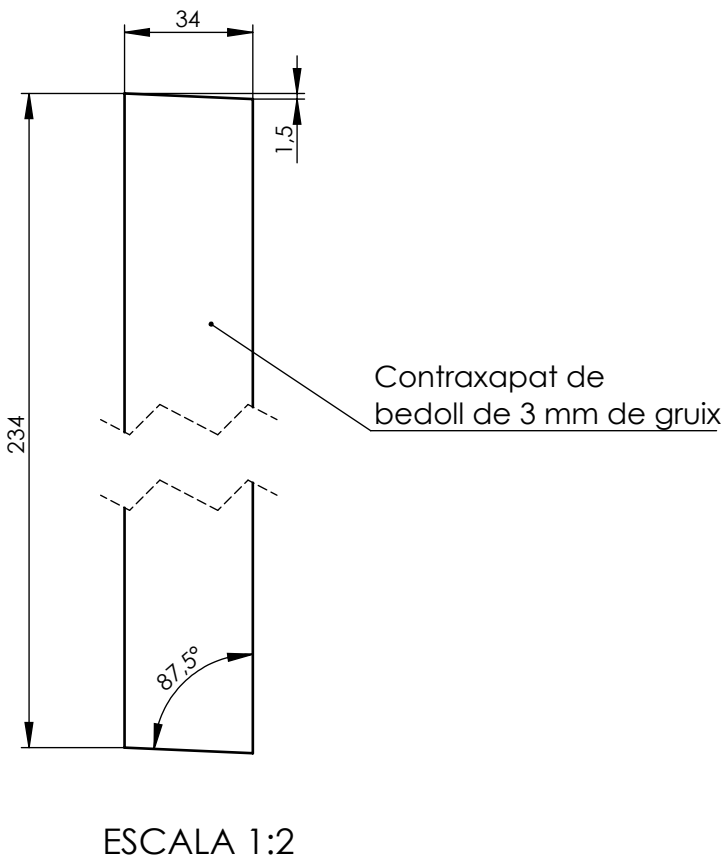
Denominació projecte: Butaca		A3	Cognom i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Conjunt Butaca		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano:	B - 01	Escala:	Fecha:	Calificación:
			1 : 10	22/04/19	

CONTRA RESPATLLER BUTACA



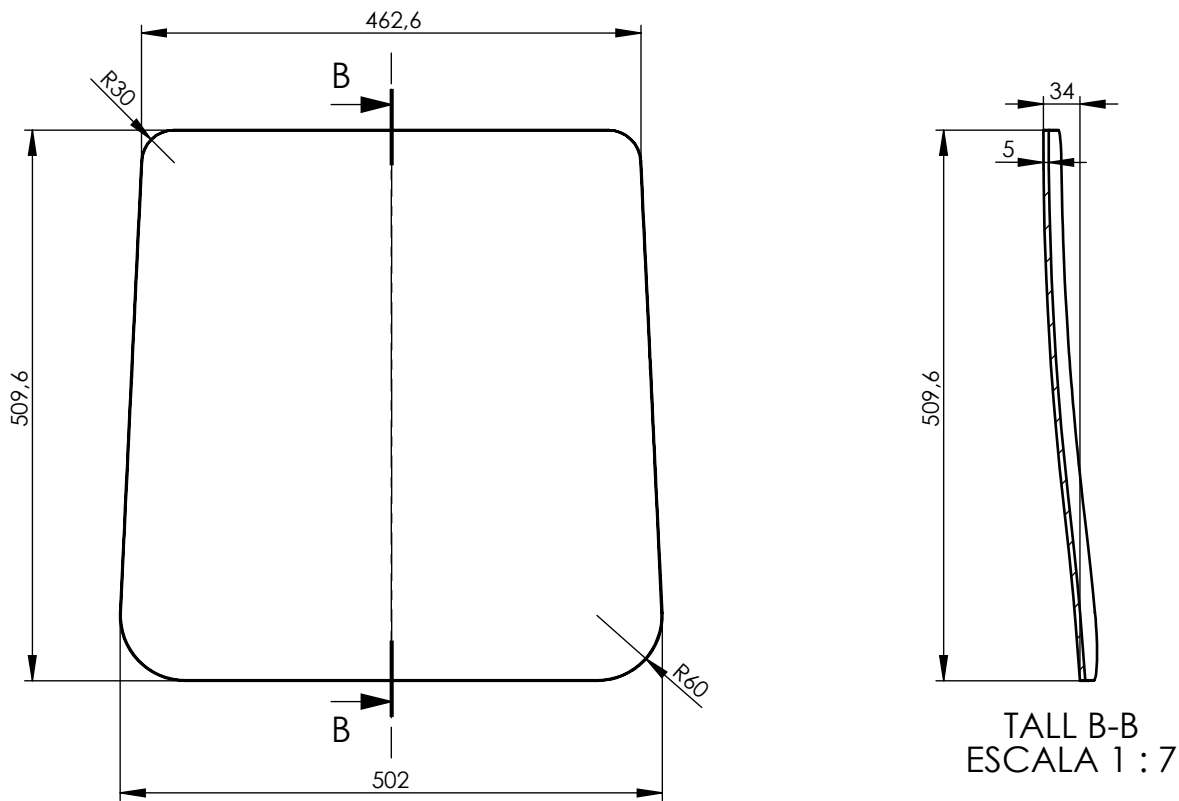
NOTA: Mateixos radis de curvatura que el respatller de la butaca

CONTRA REPOSABRAÇOS BUTACA



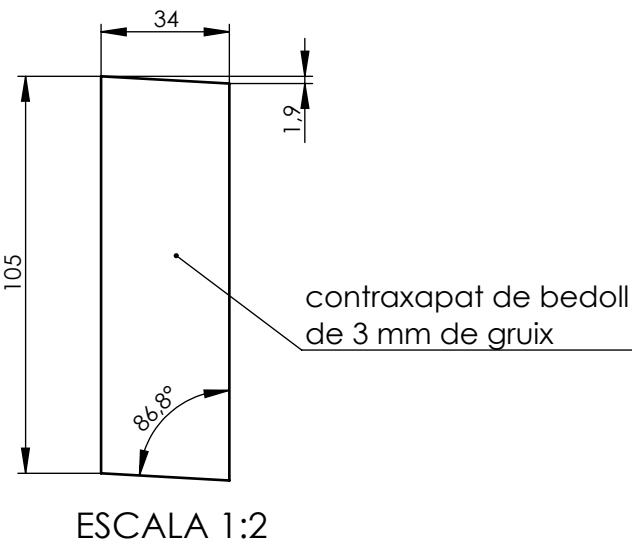
NOTA: peça + peça simétrica

CONTRA SEIENT BUTACA




NOTA: Mateixos radis de curvatura que el seient de la butaca

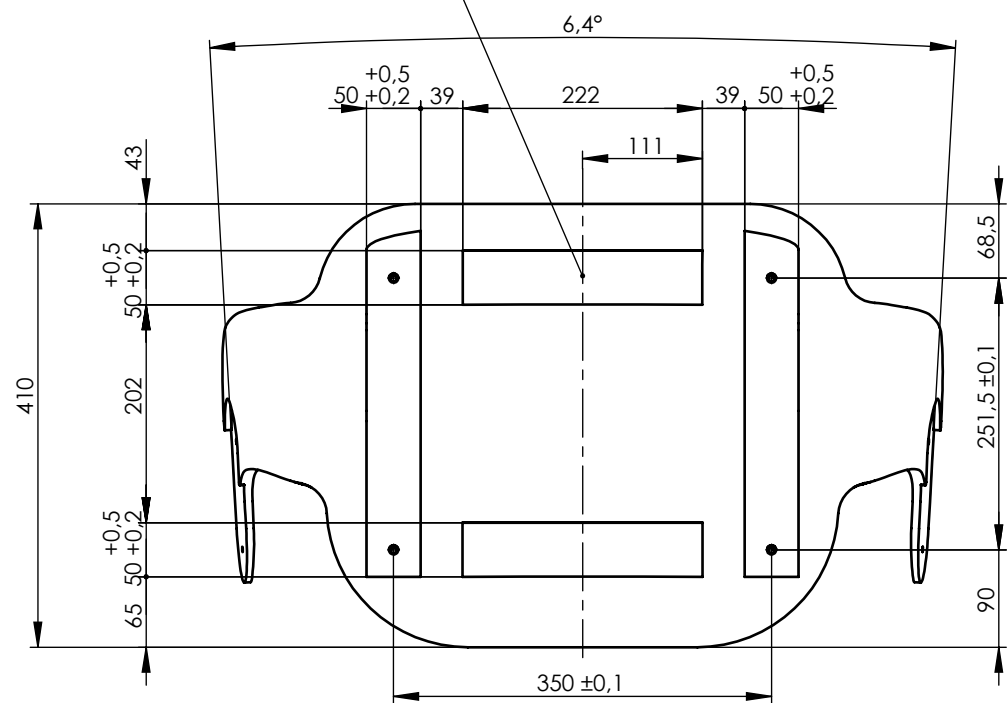
CONTRA REPOSABRAÇOS CADIRA



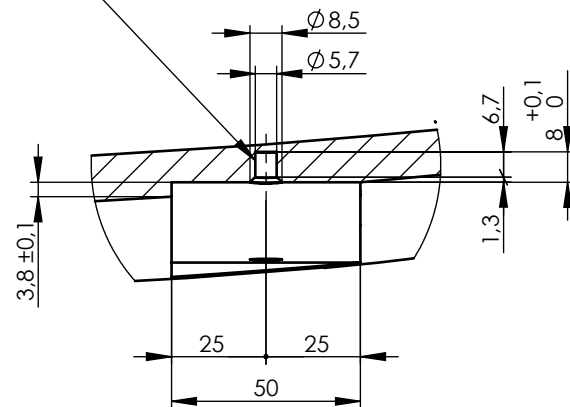
NOTA: peça + peça simétrica

Denominació projecte: Contres	Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognom i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Contres butaca i cadira		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano: C0 - 01.01		Escala: 1 : 2 1 : 7 1 : 10	Fecha: 22/04/19	Calificación:

rebaix en el punt més baix de 2,7 mm

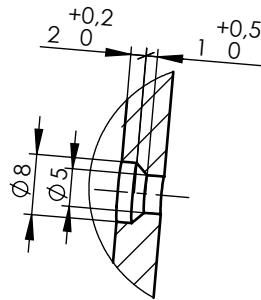


mides segons catàleg SIMAF

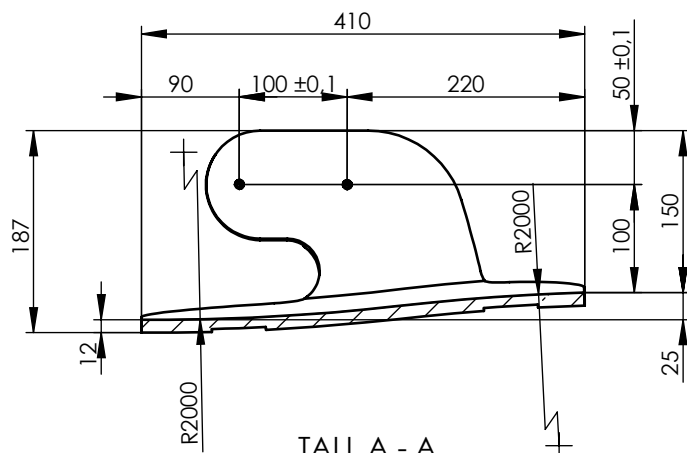
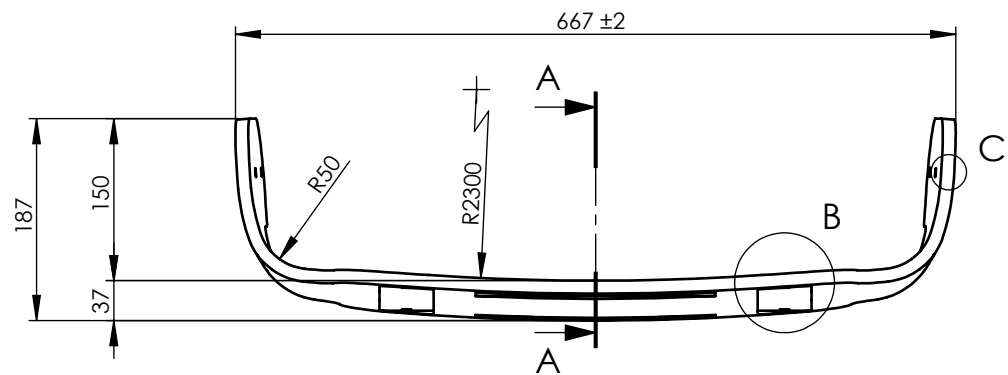


DETALL B
ESCALA 1 : 2

NOTA IMPORTANT:
Rebaix de Ø 8 x 2mm i avellanat de les aletes
a realitzar per operari
Avellanat entre 1 i 1,5 mm

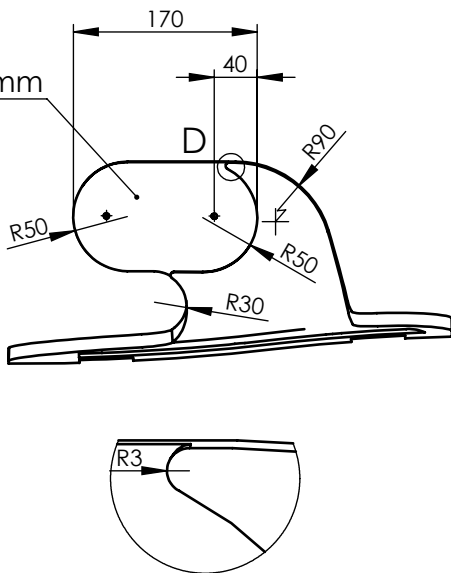


DETALL C
ESCALA 1 : 1

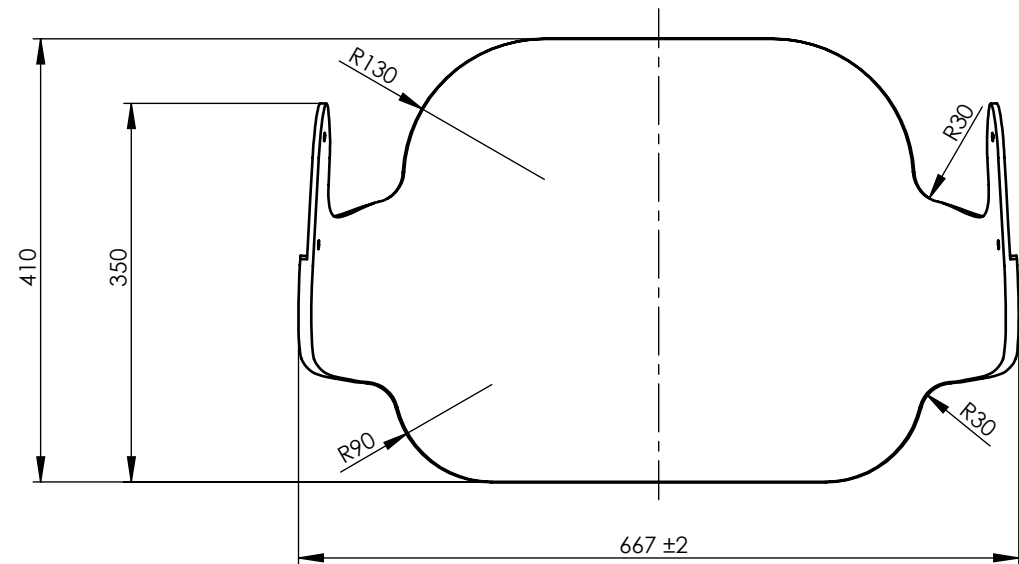


TALL A - A
ESCALA 1:7

Rebaix en l'aleta de 4 mm



DETALL D
ESCALA 1 : 1

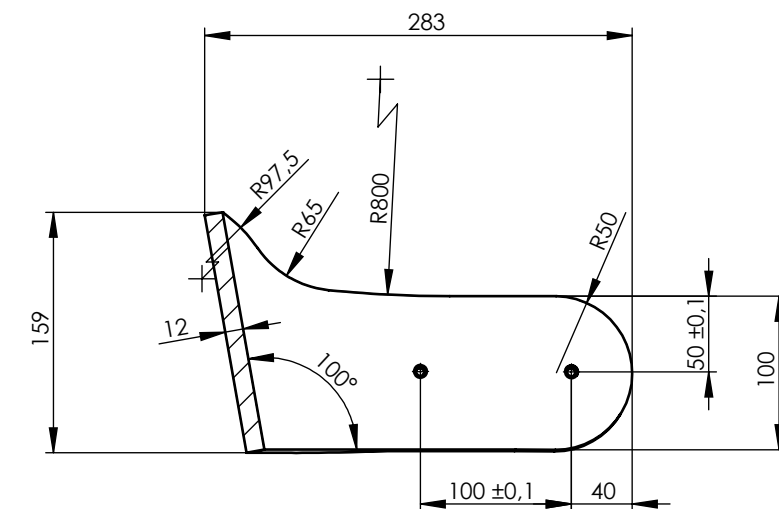
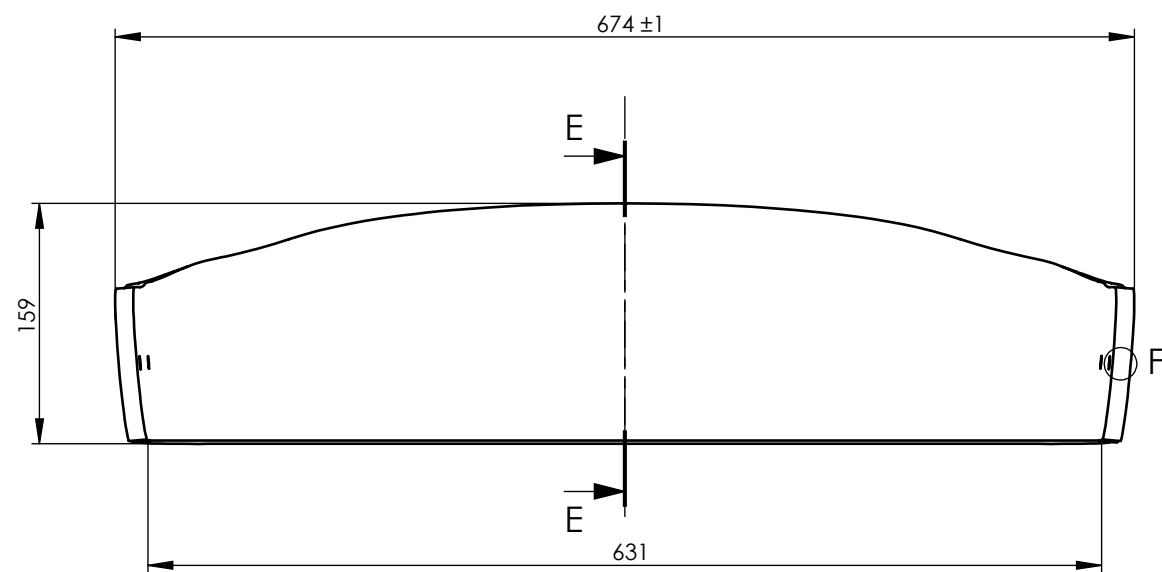


NOTA IMPORTANT:
Pulir contorn del seient amb
paper de vidre de gra 100

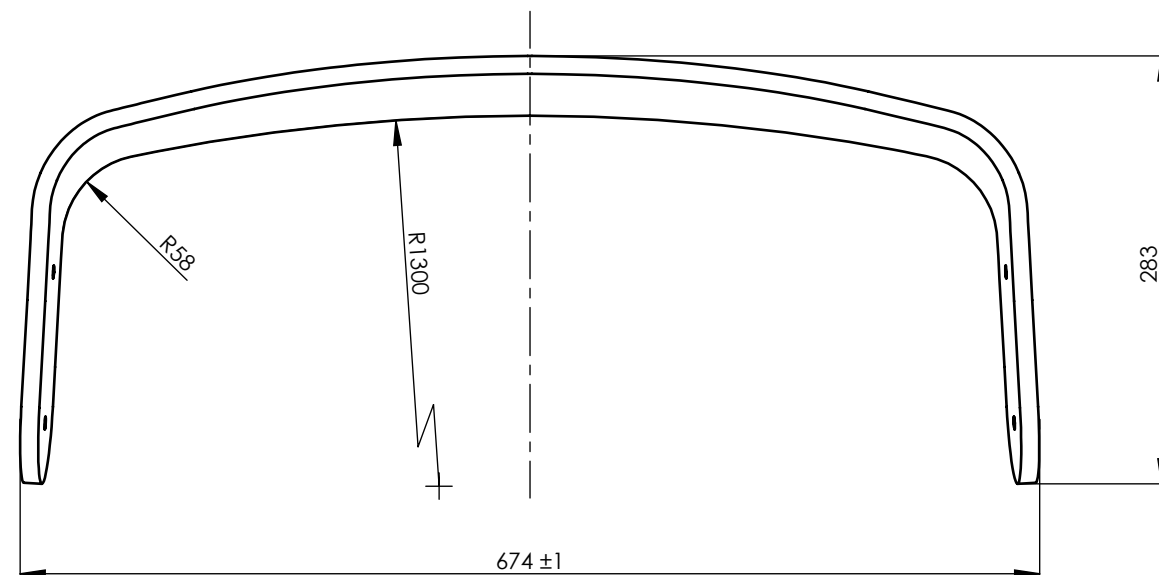
NOTA: Radis de curvatura del seient constants al llarg de la peça

NOTA: Espessor del seient entre 11,7 i 12,3 mil·límetres

Denominació del projecte: Tamboret	Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognoms i nom: Fàbregues Peña, Guillem
Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Seient tamboret		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m
Codi plano: T-01.01		1 : 7	Data: 16/04/19
			Calificació:

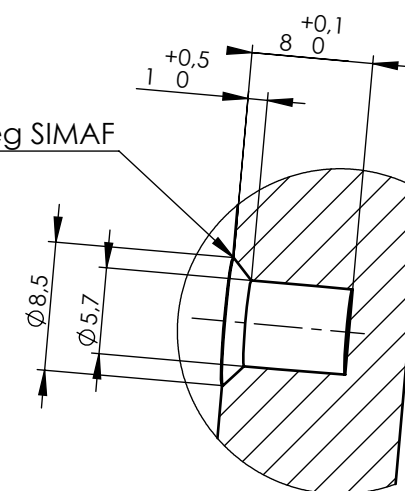


TALL E-E



NOTA IMPORTANT:
Pulir contorn del seient amb
paper de vidre de gra 100

mides segons catàleg SIMAF




DETALL F
ESCALA 2 : 1

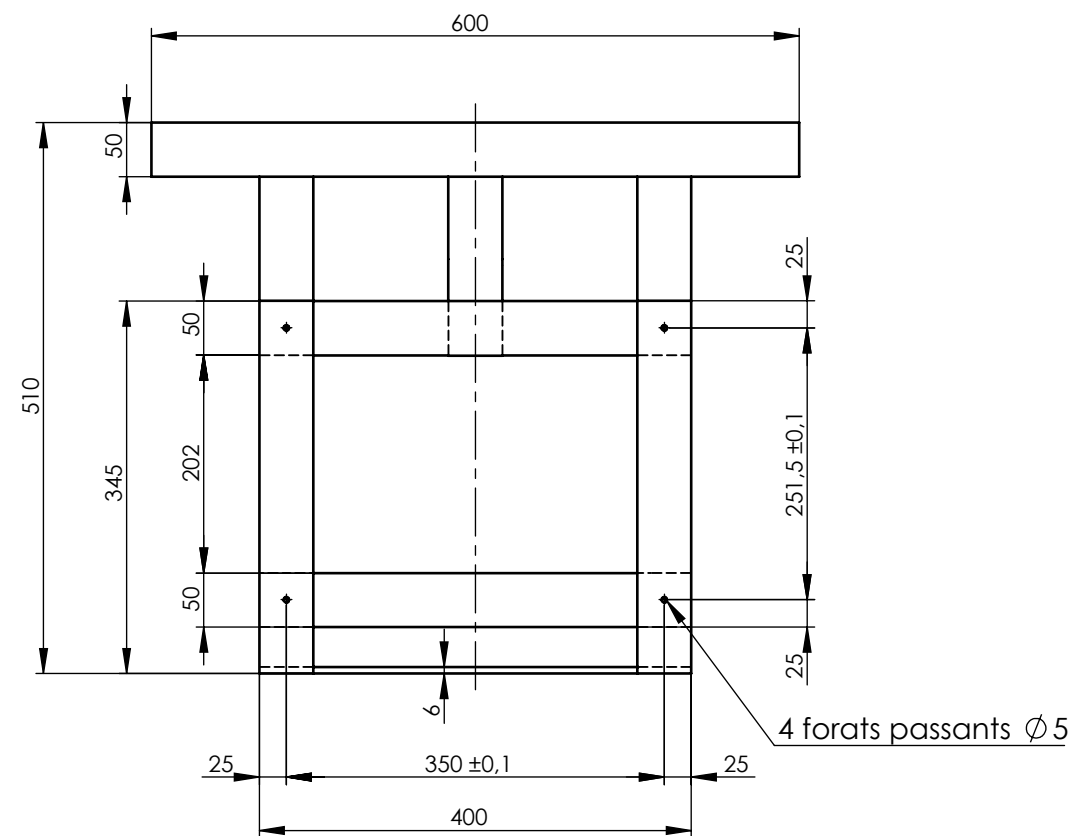
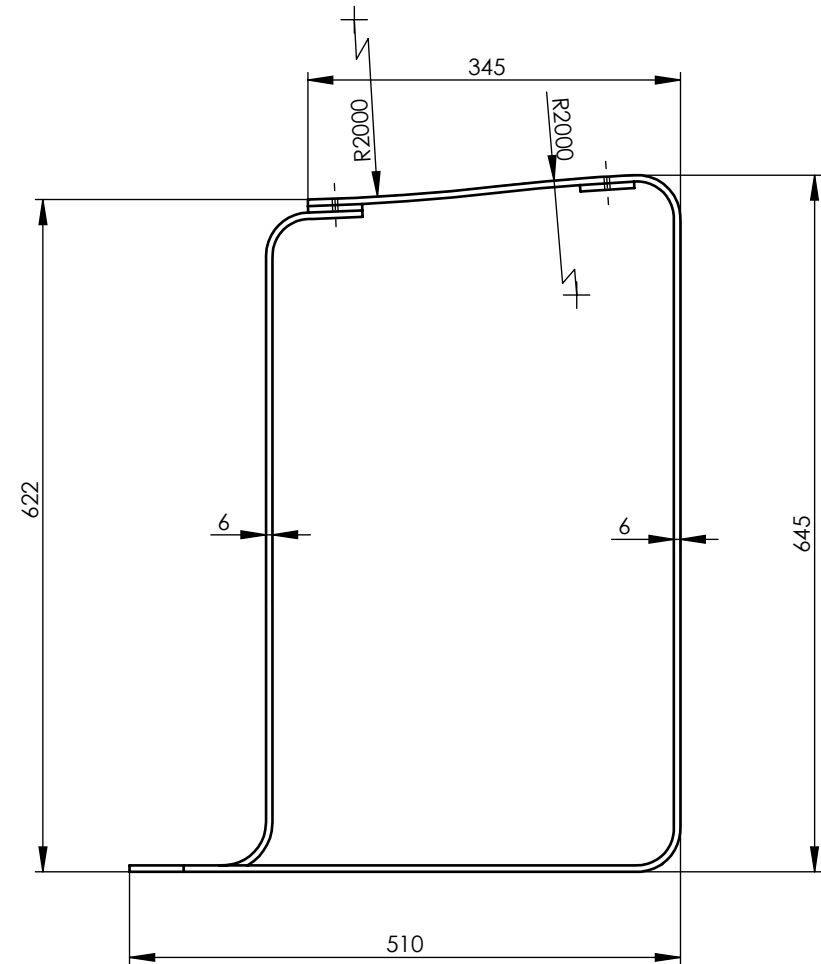
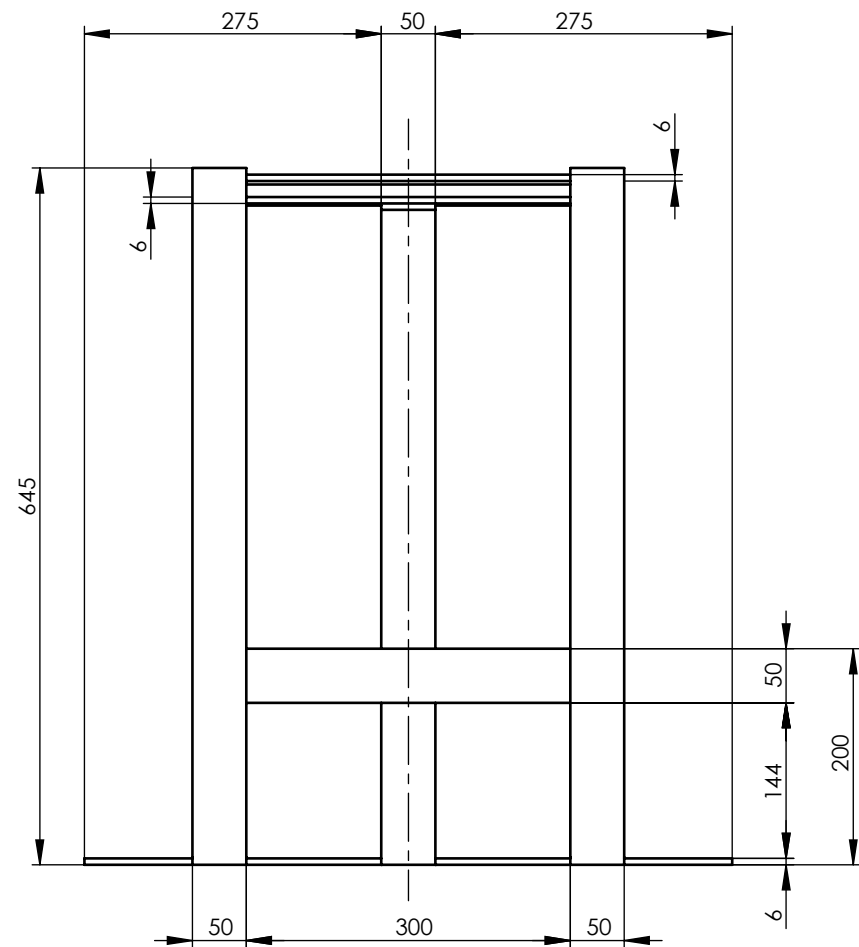
NOTA IMPORTANT:

- Taladre de les aletes a realitzar per operari. Presentar el respatller amb el seient i marcar el punt a taladrar.
- Avellanat dels taladres de les aletes a realitzar per operari. Avellanat entre 1 i 1,5 mm

NOTA: Radis de curvatura del respatller constants al llarg de la peça

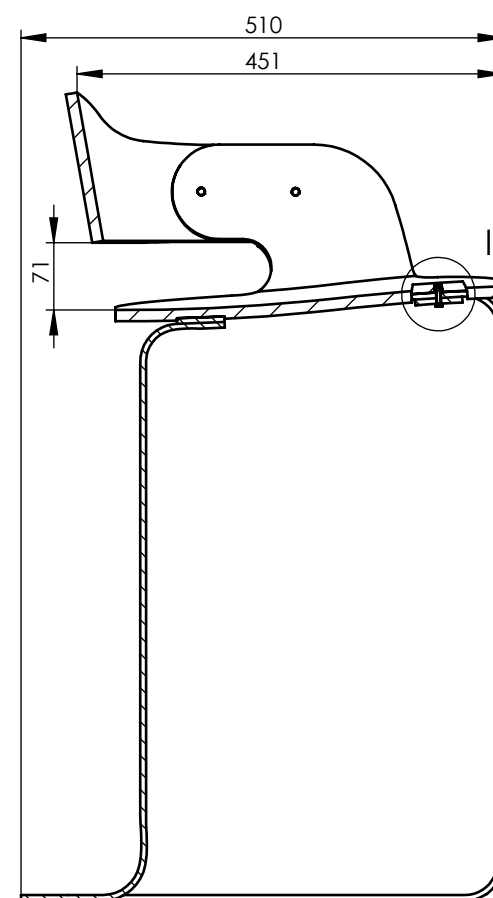
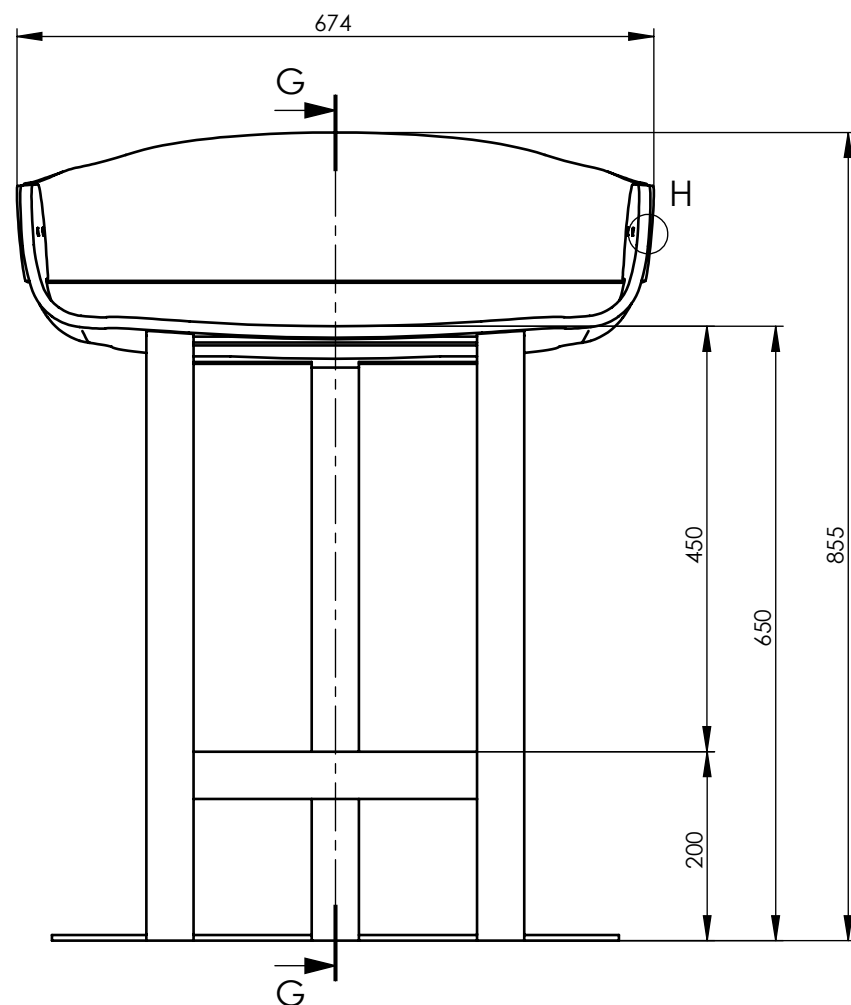
NOTA: Espessor del seient entre 11,7 i 12,3 mil·límetres

Denominació projecte: Tamboret	Material: Contraxapat de bedoll	A3	Cognoms i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Respatller tamboret		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano: T-01.02		Escala: 1:5	Data: 16/04/19	Calificació:

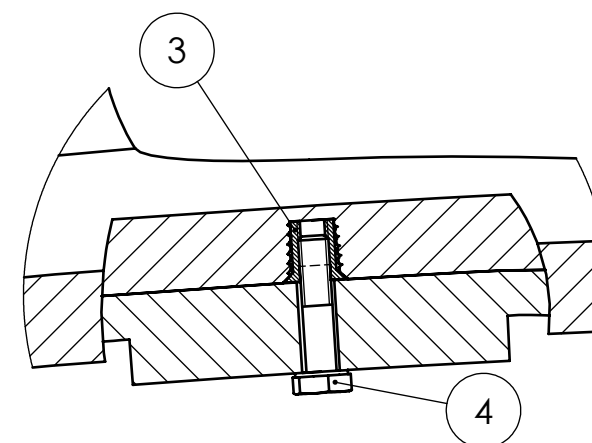


NOTA: Els radis no acotats són tots R40

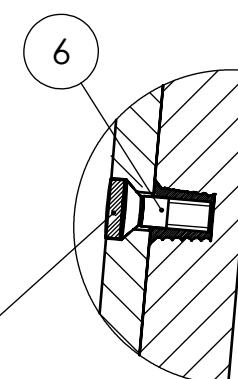
Denominació projecte: Tamboret	Material: AISI - 430	A3	Cognoms i nom: Fàbregues Peña, Guillem		
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Potes tamboret		Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m		
	Codi plano:	T - 01.03	Escala: 1 : 7	Data: 16/04/19	Calificació:



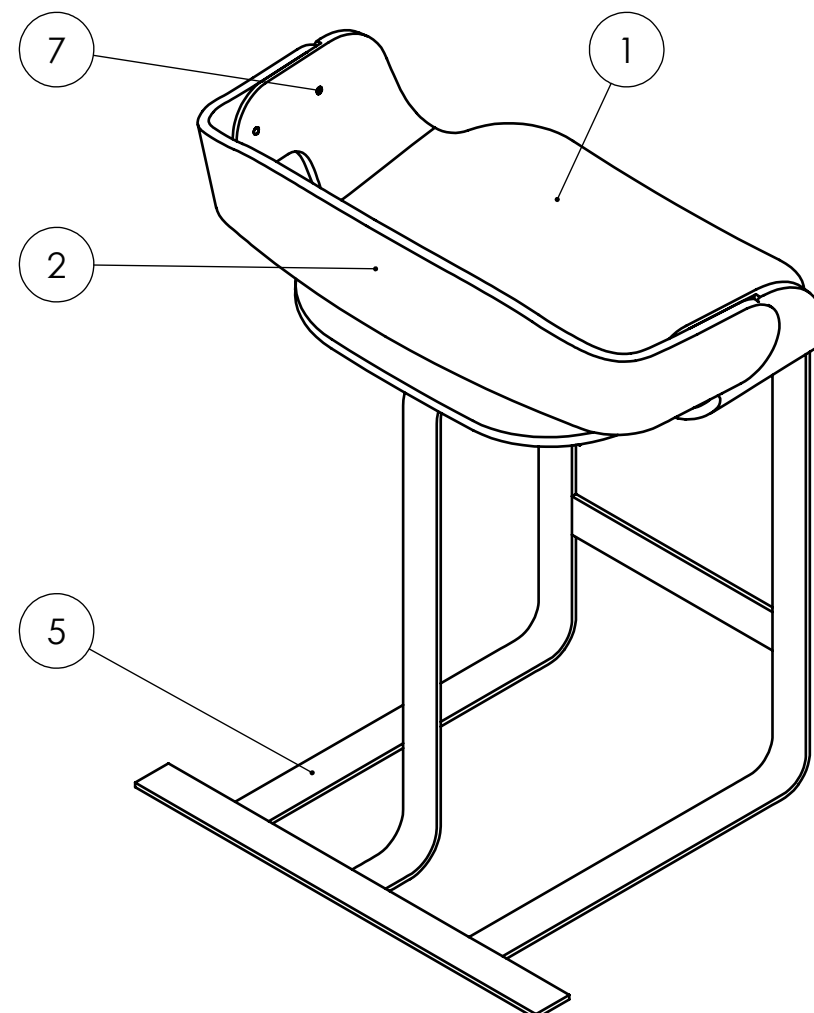
TALL G-G
ESCALA 1 : 8



DETALL I
ESCALA 1 : 1




Tap de $\varnothing 7,8 \times 2$ mm



DETALL H
ESCALA 1 : 1

nº	DESCRIPCIÓ	MATERIAL	QUANT.
1	Seient tamboret	Contraxapat de bedoll	1
2	Respatller tamboret	Contraxapat de bedol	1
3	Insert TBH M4	Zamak	8
4	DIN 931 M4x18 (8.8)	Acer inox.	4
5	Potes tamboret	ALSI 430	1
6	Din 7991 M4x12 (8.8)	Acer inox.	4
7	Taps seient tamboret	Contraxapat de bedoll	4

Denominació projecte: Tamboret	A3	Cognoms i nom: Fàbregues Peña, Guillem
 Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)	Denominació plano: Conjunt tamboret	Est.sup.UNE 1037/Tol.gral.ISO 2778-K/Tol.geom.ISO 2778-m
Codi plano: T.01	Escala: 1:8	Data: 16/04/19
		Calificació: